



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Eugénio Paulo Peres de Brito

Publicação de Informação Geográfica na Web:  
Um Configurador Assente em Software de Código Aberto

Tecnologia e Gestão de Sistemas de Informação

Trabalho efectuado sob a orientação do  
Doutor Pedro Miguel Ribeiro de Castro  
Doutor Jorge Manuel Ferreira Barbosa Ribeiro

Outubro de 2011



## AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação de mestrado foi apenas possível devido ao extraordinário auxílio de algumas pessoas que representam o que de melhor se pode encontrar na vida. A todos eles, que directa ou indirectamente estiveram envolvidos neste projecto, quero expressar o meu mais sincero agradecimento.

Ao Professor Doutor Pedro Castro apraz-me agradecer a disponibilidade e excelência do apoio manifestado ao longo da orientação deste projecto.

Ao Professor Doutor Jorge Ribeiro por todas as orientações e incentivo à proactividade que retractam a base em que me apoiou para ir mais além.

Ao Eng. Luís Martins pelo tempo despendido e pela capacidade de síntese que permitiram o desenvolvimento do protótipo.

A todos os colegas de curso, pela amizade e apoio, pela partilha e confronto de ideias.

À minha família, Isabel, Lucas e Camila com a qual estou incessantemente em dívida pelos momentos que não estive presente e pela paciência e compreensão, a quem dedico este trabalho.

A todos, o meu muito obrigado!



## RESUMO

Os sistemas de informação geográfica (SIG) experimentaram um desenvolvimento exponencial nos últimos anos. Hoje em dia, são encontrados nas mais diversas aplicações, com áreas de aplicabilidade tão diversas como a gestão de redes de comunicação, a gestão de recursos naturais, a gestão e manutenção de informação cadastral e a gestão de infra-estruturas, entre outras. Por outro lado, com a evolução da internet foram surgindo novas formas de aplicar os SIG através de aplicações que proporcionam a publicação de informação geográfica na Web, designados por aplicações WebSIG. Adicionalmente surge, na década de 90, o *Open Geospatial Consortium* que visa a regulamentação de especificações que possibilitem a integração da informação geográfica e, deste modo, permitir a interoperabilidade entre aplicações de origens e formatos distintos. Sendo a internet um meio privilegiado para a disponibilização de informação, as aplicações WebSIG tornam possível o acesso a dados espaciais distribuídos através de um navegador Web, habilitando, regra geral, a execução de operações simples de visualização, consulta e pesquisa, mas com uma tendência para incluir um crescente número de funcionalidades SIG. Paralelamente, tem vindo a crescer o fenómeno do *software* de código aberto, nomeadamente na área dos SIG e, em particular, no domínio das tecnologias WebSIG, com um vasto leque de opções que se apresentam como alternativas válidas e credíveis ao *software* proprietário.

No âmbito deste projecto, propõe-se o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à publicação de informação geográfica na Web, através da implementação de um configurador, assente em *software* de código aberto, que facilite a disponibilização de informação geográfica de forma controlada, possibilitando a criação de aplicações WebSIG através de uma interface gráfica simples. O configurador foi desenvolvido de forma a permitir a criação de aplicações WebSIG por parte de utilizadores sem experiência na implementação deste tipo de soluções, permitindo a definição e configuração da informação geográfica a disponibilizar, das ferramentas que poderão ser utilizadas para a interacção com a informação espacial, assim como para realizar pesquisas sobre os dados disponíveis.



## ABSTRACT

The Geographic Information Systems (GIS) have experienced an exponential growth in recent years. Nowadays, they are found in diverse domains, with application areas as diverse as the management of communication networks, management of natural resources, management and maintenance of cadastral information and infrastructure management, among others. On the other hand, the evolution of the Internet has enabled the emergence of new forms of applying GIS through applications that provide the publication of geographic information on the Web (designated as WebGIS applications). Additionally, in the 90s, the Open Geospatial Consortium was founded, concerned with the development of specifications that enable the integration of spatial information and thereby enable interoperability between applications from different sources and formats. Being the internet a privileged mean to provide information, WebGIS applications allow the access to distributed spatial data through a Web browser, enabling, in general, to perform simple operations of displaying, querying and searching, but with a tendency to include a growing number of GIS. In parallel, the phenomenon of open source software has been growing, namely in the area of GIS and, in particular, in the field of WebGIS technologies, with a wide range of options that present themselves as credible and valid alternatives to proprietary software.

Under this project, we propose the development of a tool to support the publishing of geographic information on the Web, through the development of a configurator, based on open source software, which facilitates the distribution of geographic information in a controlled way, enabling the creation of WebGIS applications through a simple graphical user interface. The configurator was developed to enable the creation of WebGIS applications by users with no experience in implementing this type of solutions, allowing the definition and configuration of available geographic information, as well as to provide tools that can be used for interaction with spatial information and to perform queries over the data.





## **PALAVRAS-CHAVE**

Sistemas de Informação Geográfico na Internet

Código Aberto

Configurador WebSIG

GeoServer

Especificações OGC

## **KEY WORDS**

Geographic Information System on the Internet

Open Source

WebGIS Configurator

GeoServer

OGC Specifications



# ÍNDICE

1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objectivos .....	2
1.3. Organização.....	3
2. Sistemas de Informação Geográfica na Web.....	5
2.1. Sistemas de Informação Geográfica .....	5
2.1.1. Introdução .....	5
2.1.2. Áreas de Aplicabilidade.....	6
2.1.3. Representação da Informação Geográfica .....	7
2.2. Sistemas de Informação Geográfica na Web.....	10
2.2.1. Introdução .....	10
2.2.2. Arquitectura Geral de um WebSIG.....	12
2.2.3. Estratégias de Implementação de WebSIG .....	13
2.2.4. Especificações OGC para Serviços Web.....	15
3. Tecnologias para Publicação de Informação Geográfica na Web .....	25
3.1. Tecnologias Proprietárias .....	25
3.2. Tecnologias Livres e de Código Aberto .....	27
3.2.1. Armazenamento de Dados Espaciais .....	28
3.2.2. Servidores Cartográficos.....	30
3.2.3. Biblioteca para visualização de mapas na Web.....	32
3.3. Utilização das Tecnologias WebSIG .....	40
3.3.1. Questionário e Público-Alvo? .....	41
3.3.2. Análise das Respostas.....	41
3.4. Síntese.....	48
4. GeoWebConfig – Protótipo para a Visualização de Informação Geográfica na Web.....	51
4.1. Identificação de Requisitos do Protótipo .....	51
4.1.1. Requisitos Funcionais .....	52
4.1.2. Requisitos Não Funcionais.....	55
4.2. Arquitectura do Protótipo .....	55
4.3. Implementação.....	57
4.3.1. Preparação da Informação na Base de Dados .....	58
4.3.2. Publicação da Informação Geográfica no Servidor de Mapas .....	59
4.3.3. Desenvolvimento do Protótipo do Configurador.....	60
4.4. Interface e Funcionalidades Implementadas.....	62

4.4.1. Gestão de Temas Base .....	63
4.4.2. Gestão de Temas.....	64
4.4.3. Gestão de Ferramentas do Mapa .....	69
4.4.4. Pesquisas.....	70
4.4.5. Visualizador para o Utilizador Final.....	73
5. Conclusões e Desenvolvimentos Futuros .....	77
5.1. Conclusões .....	77
5.2. Desenvolvimentos Futuros.....	79
5.3. Considerações Finais.....	79
Bibliografia .....	81
Anexo 1 - Identificação de Requisitos Funcionais.....	86
Anexo 2 - Questionário.....	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas de Aplicabilidade dos SIG (Departamento de Engenharia Geografica, 2011)	7
Figura 2 - Organização da informação num SIG, adaptado de (Fu & Sun, 2010)	8
Figura 3 - Modelos de dados raster e vectorial, adaptado de (CASTRO et al., 2007)	9
Figura 4 - PMOT de Bragança (Bragança, 2011)	11
Figura 5 - SIG do Imposto Municipal sobre Imóveis (Finanças, 2011)	11
Figura 6 - Componentes de um WebSIG (Amorim, 2010)	13
Figura 7 - Aplicações do lado do servidor (Alescheikh et al., 2002)	13
Figura 8 - Aplicações do lado do cliente (Alescheikh et al., 2002)	14
Figura 9 - Standards relevantes OGC (adaptado de (Rita et al., 2009))	16
Figura 10 - WMS: transformação de dados em mapas (OpenGeo, 2011)	17
Figura 11 - Web Feature Service – WFS (OsGeo, 2011c)	18
Figura 12 - Web Coverage Service – WCS (OsGeo, 2011b)	20
Figura 13 - ExtJS - Relacionamento entre as bibliotecas base (Sencha, 2010)	33
Figura 14 - GeoExt – Exemplo de painel de legendas (GeoExt, 2011a)	34
Figura 15 - Tablelands Regional Council in Austrália (Geomajas, 2011)	36
Figura 16 MapGuide Maestro – Definição de estilos de temas geográficos (OSGeo, 2011)	37
Figura 17 - Mapbender - Interface gráfica para a configuração de um serviço WMS	37
Figura 18 - iGeoPortal - Exemplo de um geoportal (OSGeo, 2011a)	38
Figura 19 - Geomoose - Parte do ficheiro XML de configuração de uma aplicação (retirado de (Geomoose, 2011))	39
Figura 20 - Comunidades 52North (GmbH., 2011)	40
Figura 21 - Estrutura básica do PyWPS (Jesus, 2010)	40
Figura 22 - Inquérito - Faixa etária	42
Figura 23 - Inquérito - Experiência em SIG	42
Figura 24 - Inquérito - Utilização de tecnologias	42
Figura 25 - Inquérito - Tarefas executadas	43
Figura 26 - Inquérito - Responsáveis pela implementação de GeoPortais	43
Figura 27 - Inquérito - Tecnologias utilizadas para a implementação de GeoPortais	44
Figura 28 - Inquérito - Tecnologias de código aberto utilizadas na actividade profissional	44
Figura 29 - Inquérito - Identificação dos factores considerados vantajosos na utilização de <i>software</i> de código aberto	45
Figura 30 - Inquérito - Identificação dos factores que poderão ser considerados desvantagens na utilização de <i>software</i> de código aberto	46
Figura 31 - Inquérito - Tecnologias utilizadas na construção de GeoPortais	47
Figura 32 - Inquérito - Factores que dificultam a utilização de tecnologias de código aberto	47
Figura 33 - Diagrama de Casos de Uso	54
Figura 34 - Esquema da arquitectura do protótipo	56
Figura 35 - Importação de shapefile para a base de dados	58
Figura 36 - Configuração de um tema geográfico no GeoServer	59
Figura 37 - Exemplo de configuração armazenada no formato JSON	61
Figura 38 - Página inicial do GeoWebConfig	62
Figura 39 - Página do configurador (Perfil do administrador)	63
Figura 40 - Adição de temas Base	64

Figura 41 - Lista de temas WFS disponíveis no servidor de mapas. ....	65
Figura 42 - Definição geral de características do tema.....	65
Figura 43 - Definição do estilo de um tema WMS - Escolha da legenda .....	66
Figura 44 - Especificação de documento no formato SLD de um tema WFS .....	67
Figura 45 - Definição dos campos alfanuméricos pesquisáveis de um tema .....	68
Figura 46 - Configuração da pesquisa geográfica .....	68
Figura 47 - Activação de ferramentas do mapa.....	69
Figura 48 - Exemplo de pesquisa alfanumérica.....	70
Figura 49 - Exemplo de pesquisa avançada .....	71
Figura 50 - Pesquisa geográfica - Temas disponíveis para efectuar pesquisa .....	72
Figura 51 - Pesquisa geográfica – Lista de valores do atributo dos elementos geográficos identificados.....	72
Figura 52 - Pesquisa geográfica - Informação de um dos elementos geográficos.....	73
Figura 53 - Visualizador - Apresentação da configuração - Página inicial para um utilizador final.....	74
Figura 54 - Visualizador - Pesquisa Alfanumérica .....	74
Figura 55 - Visualizador - Pesquisa Geográfica .....	75

## ACRÓNIMOS

AJAX – Asynchronous JavaScript and XML  
API – Application Programming Interface  
BD – Base de Dados  
CAD – Computer-Aided Design  
CADD - Computer-Aided Design and Drafting  
CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal  
CGI – Common Gateway Interface  
CQL – Contextual Query Language  
CSW – Catalogue Service Web  
DHTML – Dynamic Hyper Text Transfer Protocol  
ESOP – Associação de Empresas de *Software* Open Source Portuguesas  
ESRI – Environmental Systems Research  
FDO – Feature Data Objects  
GIS – Geographic Information System  
GML – Geography Markup Language  
GRASS – Geographic Resources Analysis Support System  
HTML – Hyper Text Markup Language  
HTTP – Hyper Text Transfer Protocol  
IDE – Infra-Estrutura de Dados Espaciais  
IDEE – Infra-Estrutura de Dados Espaciais de Espanha  
IG – Informação Geográfica  
JSON – JavaScript Java Notation  
JSP – Java Server Pages  
ISO – International Organization for Standardization  
JTS – Java Topology Suite  
KML – Keyhole Markup Language  
OGC – Open Geospatial Consortium  
OSM – Open Street Map  
PDF – Portable Document Format  
PHP – Hypertext Preprocessor  
PMOT – Plano Municipal de Ordenamento do Território  
SDI – Spatial Data Infrastructure

SE – Symbology Encoding  
SIG – Sistemas de Informação Geográfica  
SLD – Style Layers Descriptor  
SQL – Structured Query Language  
WCS – Web Coverage Service  
WFS – Web Feature Service  
WMC – Web Map Context  
WMS – Web Map Service  
WMTS – Web Map Tile Service  
WPS – Web Processing Service  
XML – eXtensible Markup Language  
XSD – XML Schema Definition



# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento

Nas últimas décadas, a informação geográfica têm-se tornado cada vez mais importante como estrutura para descrever padrões na superfície terrestre, dando origem a enormes bases de dados criadas para disponibilizar um vasto inventário de temas, como por exemplo de recursos naturais e culturais. Neste contexto, têm-se verificado um progresso significativo no desenvolvimento de ferramentas que permitem a recolha, o armazenamento, a análise e a partilha de informação geográfica, descrevendo características de locais específicos na superfície da Terra (Michael F, 2009). Simultaneamente, foram desenvolvidas e melhoradas as potencialidades de análise geográfica, assim como técnicas e ferramentas de modelação de modo a apoiar a explicação e previsão de padrões e processos actuais e futuros, sendo, neste contexto, os sistemas de informação geográficos (SIG) elementos fundamentais, dado que fornecem as ferramentas digitais necessárias à implementação dos conceitos associados ao raciocínio geográfico (Maguire and Longley, 2005).

Além disso, o potencial da internet para a divulgação e partilha generalizada de dados espaciais foi identificado pelas organizações públicas e privadas, tendo em conta que é uma forma de disseminar dados geográficos e funcionalidades espaciais básicas, com custos de acesso relativamente reduzidos. Nos dias de hoje, o estado da arte apresenta um conjunto de tecnologias e de plataformas de disponibilização na Web, que permite, na generalidade, de um modo simples, rápido e intuitivo, a realização de operações sobre conjuntos de dados geográficos potencialmente interessantes através de um navegador Web. Em geral, este conjunto de tecnologias e plataformas oferecem diversas funcionalidades dependentes das capacidades do *software*, permitindo aos utilizadores executar operações básicas de SIG, tais como visualizar, consultar e analisar dados geográficos distribuídos. Estas aplicações que permitem a distribuição de dados

para os utilizadores através da interface de um navegador Web são, regra geral, denominadas de WebSIG<sup>1</sup> (Bonnici, 2005).

No contexto da produção de aplicações WebSIG, os custos elevados de licenciamento e de suporte, geralmente associados às soluções comerciais, contribuíram, de certa forma, para incentivar e potenciar o desenvolvimento de aplicações, tecnologias e plataformas baseadas em *software* de código aberto que, nos últimos anos, têm vindo a apresentar-se, em certa medida, como uma alternativa às aplicações e ferramentas proprietárias. Apesar destas tecnologias baseadas em *software* de código aberto ainda não apresentarem um nível de aceitação elevado por parte das organizações, verifica-se que estas começaram a ser ponderadas como alternativas às soluções proprietárias, dado que permitem reduzir custos com a aquisição e manutenção de *software*. Com efeito, começa a ser visível o reconhecimento destas tecnologias como alternativas válidas e credíveis por parte de instituições governamentais, como é, por exemplo, o caso português, com a inclusão de Software Open Source no Catálogo Nacional de Compras Públicas (ESOP, 2011).

De uma forma geral, este trabalho apresenta um estudo sobre conceitos, tecnologias e plataformas de suporte aos sistemas de informação geográfica na Web assente em *software* baseado em tecnologias de código aberto, tendo sido desenvolvido um sistema protótipo de um configurador de aplicações para a publicação de informação geográfica na Web, o qual disponibiliza uma interface gráfica simples para a configuração de visualizadores de informação geográfica.

## 1.2. Objectivos

No contexto da implementação de aplicações WebSIG, o objectivo desta dissertação é compreender a estrutura e utilização de informação geográfica (IG), estudar as diversas soluções para visualização de IG através da internet, analisar a utilização de tecnologias de código aberto na construção de SIG para a Web, assim como criar um protótipo que possibilite configurar uma página Web orientado para a visualização e interacção com IG, empregando tecnologias de código aberto.

Do ponto de vista do utilizador, o principal objectivo deste projecto centra-se no desenvolvimento de um configurador que permita ultrapassar alguns dos problemas e limitações detectados na utilização de *software* de código aberto, em particular, na implementação de aplicações WebSIG, nomeadamente através do desenvolvimento de uma interface gráfica simples que possa ser usada por utilizadores sem experiência na criação/configuração de páginas Web, usando tecnologias SIG de código aberto.

---

<sup>1</sup> Na literatura são ainda comuns termos como WebGIS, SIGWeb e SIG para a Web.

### **1.3. Organização**

A organização desta dissertação encontrasse distribuída por cinco capítulos que evidenciam a evolução e sequência do trabalho desenvolvido, culminando na elaboração deste documento.

Assim, o primeiro capítulo apresenta uma contextualização e um enquadramento onde se descreve o que levou ao desenvolvimento desta dissertação e os objectivos que se pretendem alcançar.

No segundo capítulo são introduzidos conceitos relacionados com os sistemas de informação geográfica (SIG) e descrita a arquitectura e estratégias de implementação de SIG na Web. Neste capítulo apresentam-se ainda as especificações da Open Geospatial Consortium mais relevantes no contexto da publicação de IG na Web.

O terceiro capítulo é dedicado às plataformas/soluções para a publicação de informação geográfica na Web. São apresentadas soluções comerciais e de código aberto, descrevendo as suas principais estratégias de implementação. Este capítulo também inclui os resultados de um inquérito sobre a utilização de tecnologias na publicação de IG na Web.

O quarto capítulo incide sobre as características e o desenvolvimento de um protótipo que permitirá, a utilizadores com pouca experiencia, configurar informação e ferramentas a disponibilizar numa aplicação WebSIG.

O quinto capítulo é dedicado às conclusões, análise dos objectivos atingidos e trabalho futuro, bem como apresentar algumas considerações finais.

Por fim, apresentamos as referências bibliográficas e os anexos.



## 2. Sistemas de Informação Geográfica na Web

### 2.1. Sistemas de Informação Geográfica

#### 2.1.1. Introdução

Muitas definições são encontradas quando se faz uma pesquisa sobre sistemas de informação geográfica (SIG). (Reynolds, 1997) apresenta um SIG como sendo uma colecção de dados referenciados espacialmente, dados que têm associada uma localização, e as ferramentas necessárias para trabalhar com esse dados. Em (Fu and Sun, 2010), um SIG é definido como “um sistema de hardware, *software* e procedimentos para capturar, armazenar, editar, manipular, gerir, analisar, partilhar, e apresentar dados georreferenciados”. Um SIG é ainda descrito como um sistema constituído por três componentes: a informação geográfica que consiste em dados geográficos que serão analisados, os sistemas de *hardware* que armazenam, processam e apresentam estes dados, e as aplicações (*software*) que permitem trabalhar sobre estes dados, sendo denominadas de aplicações geográficas (Sutton et al., 2009). Por outro lado, um SIG diferencia-se dos outros sistemas de informação por ser um sistema desenvolvido com o objectivo de gerir dados georreferenciados e de utilizar esses dados para a resolução de problemas espaciais (Lo and Yeung, 2007). Os SIG fornecem os meios tecnológicos para lidar com as perguntas do tipo “onde”, permitindo apoiar a tomada de decisão baseada no espaço e localização (Fu and Sun, 2010).

Neste sentido, independentemente de se constatar que a tentativa de obter uma única definição para um SIG é uma tarefa complexa, verifica-se, de uma forma geral, que estes sistemas oferecem a capacidade de recolher, armazenar,

manipular, analisar e visualizar uma variedade de dados numa base geográfica e de criar novas relações entre eles.

### **2.1.2. Áreas de Aplicabilidade**

Segundo (Tomlinson, 1990), o primeiro sistema de informação geográfico foi desenvolvido no Canada nos anos 60 com o objectivo de criar um inventário de recursos naturais. Desde então, estes sistemas têm evoluído de simples programas de armazenamento e visualização de dados geográficas para ferramentas com elevadas capacidades de processamento.

No que se refere à aplicabilidade destes sistemas de informação, (Abrantes, 1998) considera a existência de quatro grandes áreas de aplicabilidade com resultados práticos. Uma primeira área centra-se nas redes de comunicação rodoviárias onde é possível fazer pesquisas por endereços, controlo e gestão de tráfico, análise de localizações e selecção de locais, mencionando, ainda o planeamento de estratégias de evacuação.

Outra área mencionada envolve os recursos naturais, sendo, neste campo, a informação geográfica utilizada para administrar as áreas florestais, a conservação de recursos hídricos, a gestão das áreas que poderão ser inundadas em caso de cheia, a gestão dos recursos aquáticos para áreas de recreio, a manutenção dos terrenos agrícolas, as análises de impactos ambientais, como no caso de acidentes com poluentes, entre outros aspectos.

Na terceira área de aplicabilidade, a autora menciona os sistemas relacionados com a gestão de parcelas de terreno, aplicados, por exemplo, à gestão e manutenção dos registos de propriedade, à análise de impactos ambientais e à gestão da qualidade das águas.

A quarta área referida envolve a gestão de infra-estruturas, abrangendo, por exemplo, o caso da gestão da localização de canalizações e cabos, o planeamento da manutenção de infra-estruturas, além da monitorização e gestão da utilização das mesmas na área da energia e telecomunicações.

É ainda mencionada a utilização de SIG para a gestão de situações para as quais haja utilidade em visualizar informação em três dimensões, como é o caso de planeamento de infra-estruturas de grande dimensão como minas, pedreiras, barragens e áreas de pesquisas geológicas.

Na actualidade é possível encontrar os mais diversos sistemas de informação geográficos com um vasto e heterogéneo campo de aplicabilidade (Figura 1), abrangendo uma diversidade de áreas disciplinares (ambiente, planeamento regional e urbano, agricultura, biologia, medicina, geografia, administração, logística, turismo, marketing, etc.).

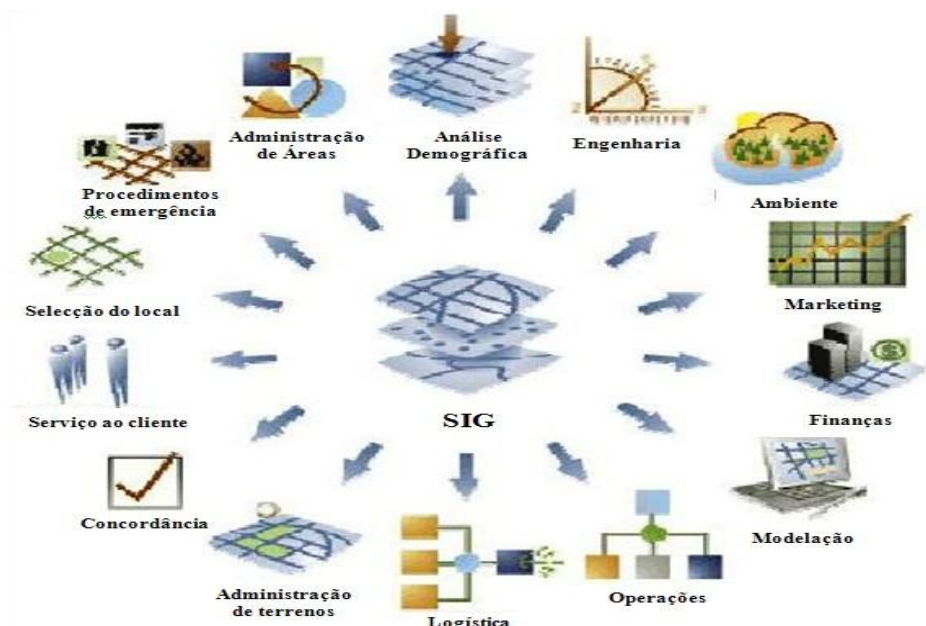


Figura 1 - Áreas de Aplicabilidade dos SIG (Departamento de Engenharia Geografica, 2011)

### 2.1.3. Representação da Informação Geográfica

Para que um SIG seja eficiente no manuseamento de informação geográfica, é necessário definir a forma de representação e organização da informação geográfica e quais os modelos de dados adequados para representar, armazenar e manipular os dados georreferenciados.

A informação propriamente dita e que representa um dado domínio físico ou abstracto, é acrescentada uma componente geográfica que permite localizar, no globo terrestre ou no espaço, o dito domínio físico ou abstracto. Associado ao conjunto de dados alfanuméricos que contribuem para a informação temos, agora, a localização geográfica que pode ser representada num mapa.

Segundo (Cox et al., 2002), os elementos geográficos são definidos como uma abstracção de um fenómeno do mundo real que tem associado uma localização. Esta representação do mundo real pode ser feita através de um conjunto de elementos onde o estado do elemento é definido por um conjunto de propriedades, sendo cada uma destas identificada pelo seu nome, valor e tipo. Por sua vez, o número de propriedades que cada elemento pode ter, é determinado pela sua própria definição.

Os dados geográficos caracterizam-se por incluir informação espacial, sendo a identificação da localização geográfica feita através dos métodos contínuos ou discretos (Abrantes, 1998). Os métodos contínuos utilizam sistemas de coordenadas para localizar pontos, quer de forma absoluta através da utilização da latitude e longitude, quer de forma relativa quando a informação geográfica é projectada num plano. Já os métodos de representação discretos localizam pontos

indirectamente, por exemplo os códigos postais representam uma área e não uma localização concreta.

Na representação do mundo real, a realidade geográfica pode ser descrita de duas formas básicas (Lo and Yeung, 2007): i) como objectos discretos e finitos como, por exemplo, edifícios, estradas e limites administrativos; ii) como fenómenos com uma distribuição contínua ao longo do espaço geográfico, como a temperatura, precipitação e relevo.

Esta forma de tratamento da informação leva à identificação de duas perspectivas na conceptualização do mundo geográfico: a “visão dos campos” que descreve o espaço como sendo composto por campos, e a “visão dos objectos” que descreve o espaço como ocupado por objectos. Na primeira, ao definir o espaço como conjunto de campos, a observação do mesmo é conduzida como se se tratasse de algo contínuo, sendo feita uma observação contínua do espaço. Na segunda perspectiva, o espaço é composto por objectos, sendo a observação orientada ao objecto ou conjunto de objectos desejados (Abrantes, 1998).

Ao nível das estruturas de dados para o armazenamento da informação geográfica, os modelos de dados mais comuns em SIG são o modelo raster e o modelo vectorial (Figura 2). Em relação às duas perspectivas mencionadas anteriormente, a estrutura raster é considerada mais adequada para a representação da perspectiva de campos e a estrutura vectorial para a perspectiva de objectos (Abrantes, 1998).

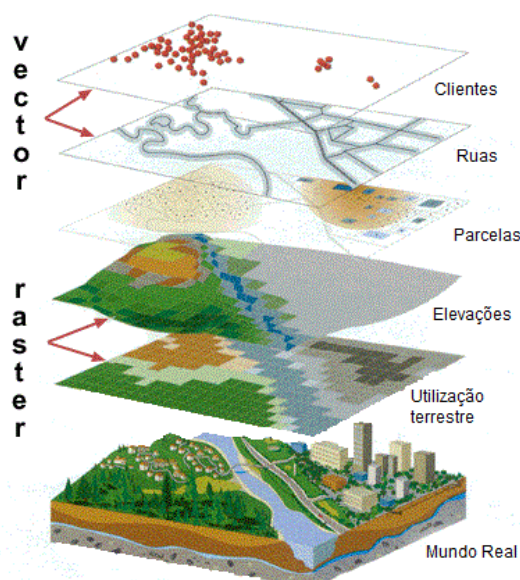


Figura 2 - Organização da informação num SIG, adaptado de (Fu & Sun, 2010)

Tipicamente, no modelo raster, os objectos geográficos são armazenados como um conjunto de unidades poligonais do espaço (Figura 3 (2)). A abordagem



consiste na subdivisão do espaço geográfico em células que representam uma informação indivisível da área em questão. O espaço geográfico é dividido numa matriz quadrada ou rectangular onde cada célula é identificada pela respectiva linha e coluna e possui um valor que representa a informação geográfica da área ou o fenómeno geográfico (Ribeiro, 2006). O modelo raster apresenta algumas vantagens, como a simplicidade da estrutura de dados, o que torna a análise espacial fácil e rápida. Contudo o armazenamento de informação neste formato pode necessitar de uma grande quantidade de espaço.

A representação vectorial está vocacionada para representar objectos identificáveis geograficamente com fronteiras bem definidas (Figura 3 (3)). O modelo vectorial tem como elemento mais básico o ponto a partir do qual é possível representar linhas e polígonos (Matos, 2001). Os pontos são representados por um único par de coordenadas e podem ter associados dados não geográficos. As linhas são definidas por dois ou mais pares de pontos e podem incluir dados relativos á própria linha. Os polígonos ou áreas são definidos por conjuntos de linhas, ou par de pontos sequenciais que, no final, se unem ao primeiro ponto da sequência. O modelo vectorial adapta-se mais às operações de análise sobre limites e linhas, apresentando, no entanto uma complexidade superior no manuseamento das estruturas de dados e na implementação de operações de análise espacial.

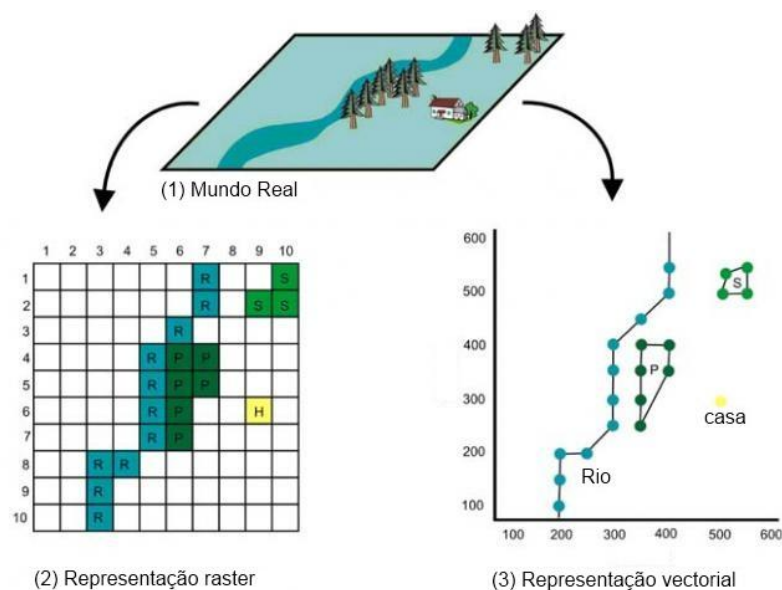


Figura 3 - Modelos de dados raster e vectorial, adaptado de (CASTRO et al., 2007)

Do ponto de vista da organização da informação num SIG, os dados geográficos são estruturados em camadas ou níveis de informação (layers), consistindo cada camada num conjunto de objectos associados a um determinado tema com os respectivos atributos, armazenado num dos dois modelos de dados, raster ou vectorial, permitindo assim visualizar, analisar e relacionar a informação de diferentes temas, através da criação de mapas que combinem diferentes camadas.

Além disso, esta forma de organização dos dados num SIG oferece uma grande flexibilidade na utilização da informação uma vez que os temas podem ser combinados na execução de operações de análise espacial da forma a gerar nova informação, útil para os problemas em análise.

## **2.2. Sistemas de Informação Geográfica na Web**

### **2.2.1. Introdução**

A evolução das tecnologias ligadas á internet tem impulsionado a integração dos SIG na Web. Hoje em dia, verifica-se que este tipo de aplicações se tem tornado cada vez mais comuns, constatando-se a existência de um número alargado de páginas Web onde é possível interagir com informação geográfica destinada aos mais diversos fins, sendo talvez um dos exemplos mais popular o Google Maps.

A ideia básica de um WebSIG é de um SIG que tem a sua base funcional na internet ou numa intranet. As aplicações WebSIG permitem a distribuição de dados espaciais através da interface de um navegador Web, podendo o utilizador, em função das capacidades do *software*, visualizar, pesquisar e/ou analisar dados geográficos remotamente (Bonnici, 2005).

A utilização da internet como meio de publicação de informação geográfica permite ultrapassar muitos dos problemas que podem surgir na utilização das aplicações desktop SIG, referentes à disponibilidade de dados espaciais em formatos digitais e ao seu acesso, envolvendo questões relacionadas com a compatibilidade dos formatos dos dados, os requisitos para a troca de dados e para o seu armazenamento, e ainda o acesso as versões mais actualizadas dos dados espaciais. Os WebSIG assumem-se como uma oportunidade para ultrapassar muitos destes problemas, pois permitem a interacção com a informação sem que seja necessário o armazenamento local dos dados (Kou-gen et al., 2000).

Segundo (Bonnici, 2005), as vantagens na utilização de WebSIG incluem a possibilidade de disponibilizar o acesso a dados e funcionalidades SIG para um vasto público, não requerer a aquisição de *software* SIG e a formação extensiva por parte dos utilizadores. Como principal desvantagem é apontado o tempo de resposta destas aplicações, dependente de vários factores tais como a capacidade da ligação à rede, o volume de dados transferidos, o tráfego na rede e a capacidade de processamento do servidor.

Na última década, tem-se verificado uma transformação das aplicações SIG com a mudança de aplicações desktop para soluções em ambiente Web, evoluindo de programas complexos para utilizadores especializados para aplicações com

interfaces simples de utilizar, permitindo que os utilizadores se familiarizem com as tecnologias WebSIG (Moreno-Rivera and Navarro, 2011). Este crescimento é visível quando se realiza uma busca por este tipo de aplicações Web, deparando-se com as mais variadas áreas de aplicabilidade, como por exemplo, a consulta dos Planos Municipais de Ordenamento do Território (Figura 4) e o Sistema de Informação Geográfica do Imposto Municipal sobre Imóveis no portal das Finanças (Figura 5).

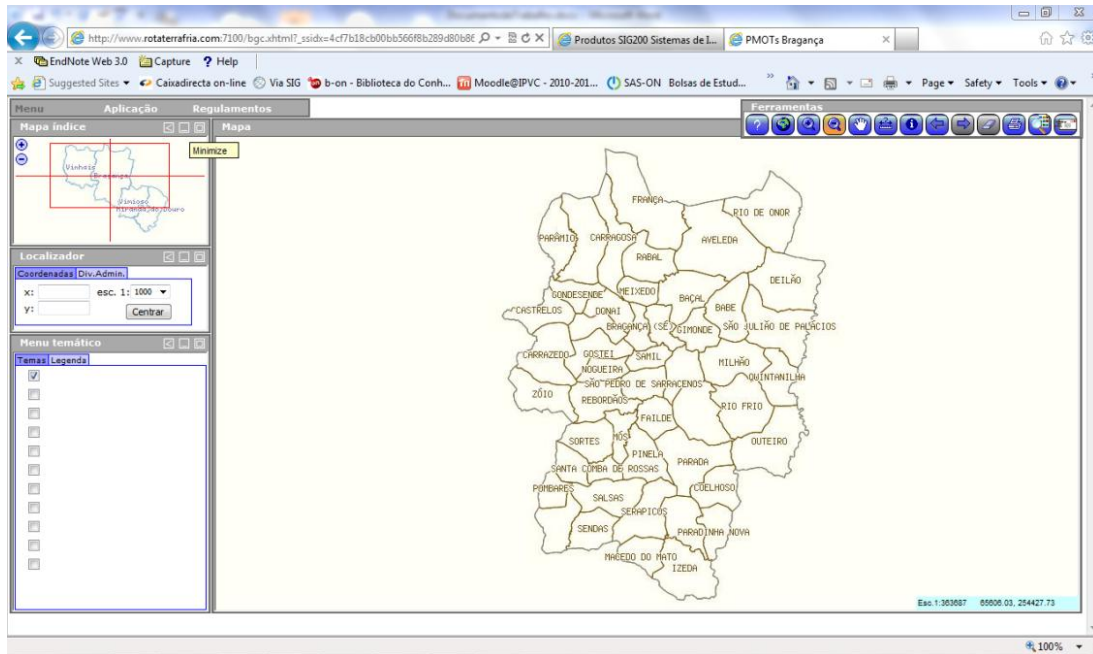


Figura 4 - PMOT de Bragança (Bragança, 2011)

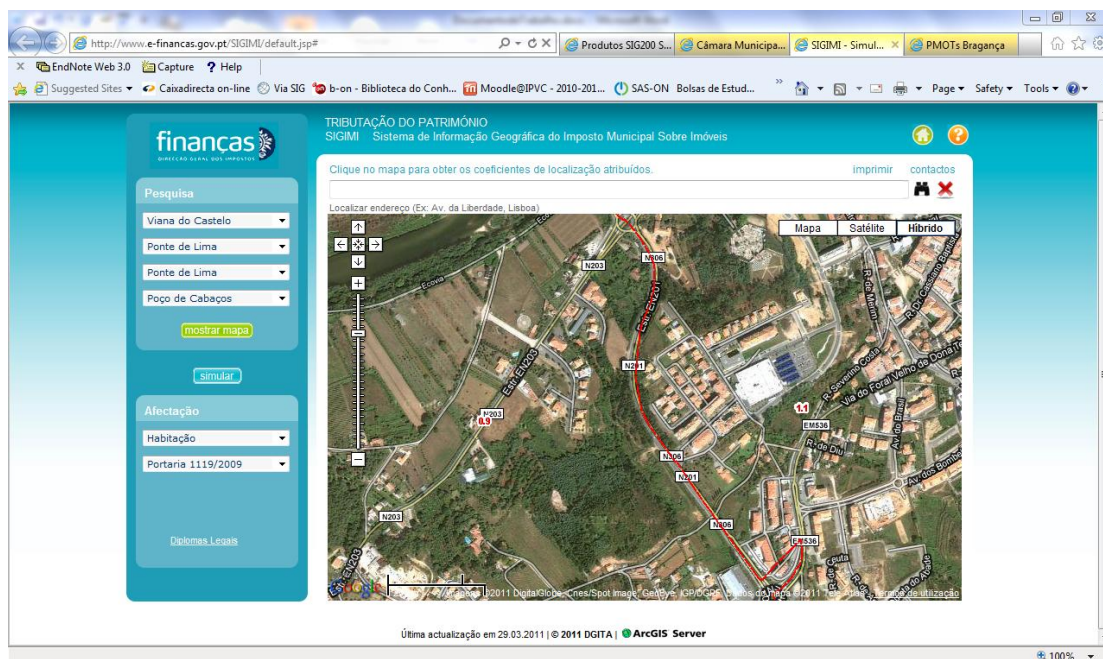


Figura 5 - SIG do Imposto Municipal sobre Imóveis (Finanças, 2011)

### **2.2.2. Arquitectura Geral de um WebSIG**

O objectivo final de uma aplicação baseada na Web para publicação de informação geográfica é facilitar aos utilizadores a manipulação de informação e disponibilizar ferramentas que permitam o processamento e modelação de informação geográfica, o que leva a que a arquitectura destes sistemas seja aberta e distribuída. Por sua vez, as tecnologias que permitiram o aparecimento de sistemas de informação geográficos na Web estão em constante evolução, existindo hoje em dia um conjunto alargado e diversificado de soluções tecnológicas nesta área em grande crescimento. De forma geral, verifica-se que a implementação de sistemas de informação geográfica na Web está tipicamente assente numa arquitectura cliente/servidor de três camadas (Alescheikh et al., 2002).

Segundo (Barriguinha, 2008) e (Amorim, 2010), uma arquitectura WebSIG é normalmente constituída pelos seguintes componentes: o cliente, o servidor Web com servidor aplicacional, o servidor de mapas e o servidor de dados (Figura 6). O cliente, e uma vez que se trata de uma aplicação baseada na Web, é um qualquer navegador Web colocado na máquina do utilizador que servirá de interface para a visualização e/ou o tratamento da informação. O servidor Web responderá às solicitações enviadas pelo navegador Web, em que este servidor responde através do protocolo HTTP, protocolo este que serve para comunicação de dados através da internet. O servidor aplicacional pode ser considerado um intermediário entre o servidor Web e o servidor de mapas, o qual está encarregue de estabelecer e manter a ligação entre eles, interpretar os pedidos do cliente e envia-los ao servidor de mapas, gerir os pedidos e o tráfego de informação, evitando sobrecargas, e controlar o estado actual, as transacções e a segurança.

O servidor de mapas pode ser considerado o elemento mais importante de um WebSIG pois está encarregue de disponibilizar as funcionalidades que habitualmente são executadas num SIG, nomeadamente a criação e disponibilização dos mapas de acordo com os pedidos efectuados pelo cliente, as pesquisas sobre os dados com base em critérios alfanuméricos e/ou geográficos, assim como a execução de operações de análise espacial e de geoprocessamento. Por sua vez, o servidor de dados é responsável pela gestão da informação, quer espacial, quer não espacial, recorrendo, regra geral, a um sistema de gestão de bases de dados relacionais, permitindo que as aplicações utilizadas do lado do cliente acedem aos dados através de pedidos formulados em SQL (Structured Query Language).

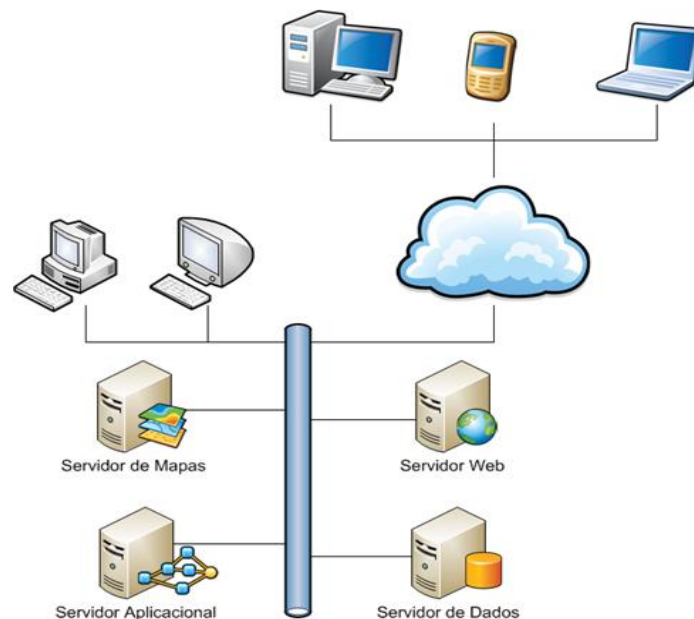


Figura 6 - Componentes de um WebSIG (Amorim, 2010)

### 2.2.3. Estratégias de Implementação de WebSIG

De um ponto de vista geral, as estratégias utilizadas para a implementação de um WebSIG podem ser classificadas de acordo com três tipos principais: estratégias baseadas no cliente que possibilitam que os utilizadores (clientes) realizem algumas operações de manipulação e análise de dados nos seus equipamentos; estratégias baseadas no servidor que permitem que os utilizadores submetam pedidos de dados e de análises a um servidor Web; e híbridas com o objectivo de combinar as estratégias anteriores, no sentido de conseguir melhores níveis de desempenho na implementação destas soluções (Foote and Kirvan, 1997) (Alescheikh et al., 2002) (Barriguinha, 2008).

A estratégia baseada no servidor corresponde a sistemas em que a interface do lado do cliente tem somente a capacidade de fazer pedidos ao servidor e disponibilizar os resultados obtidos, deixando todos os processamentos a cargo do servidor (Figura 7). O servidor, por ter usualmente mais capacidade de processamento que o cliente, fica responsável por receber os pedidos, processar e devolver as respostas de diversos clientes.

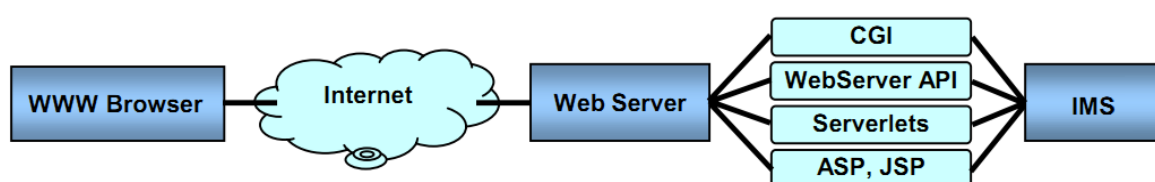


Figura 7 - Aplicações do lado do servidor (Alescheikh et al., 2002)

As vantagens apontadas para a arquitectura baseada no servidor relacionam-se com: a centralização da base de dados, permitindo o controlo dos dados acedidos e a facilidade de actualização e manutenção de versões; a possibilidade de os utilizadores terem acesso a volumes consideráveis e complexos de dados e executarem rotinas complexas de análise espacial; e um menor nível de requisitos para o cliente, uma vez que só necessita de um *navegador Web* para visualizar o resultado dos pedidos. Como desvantagens são apontadas a baixa interactividade do lado do cliente e o tempo de resposta ser afectado pela largura de banda, o tráfego na rede e pelo número de utilizadores ligados.

As estratégias de implementação baseada numa arquitectura do lado do cliente permitem que o cliente possa ter um nível de interacção superior, com possibilidade de executar algumas tarefas de processamento localmente sem haver necessidade de sobrecarregar o servidor com pedidos. Em vez de depender do servidor para executar todas as operações, esta estratégia passa por transferir algumas das capacidades de pesquisa e análise para o cliente, permitindo o processamento dos dados localmente. Para ter a possibilidade de realizar as operações localmente, o cliente precisa de receber, juntamente com os dados, os programas à medida que são necessários para executar o processamento ou, em alternativa, existe a possibilidade de fazer uma transferência destas aplicações de forma permanente, evitando o tráfego constante entre o servidor e o cliente (Barriguinha, 2008). Estas pequenas aplicações que são enviadas pelo servidor são denominadas de 'Plug-in', 'Applet', 'ActiveX' (Figura 8).

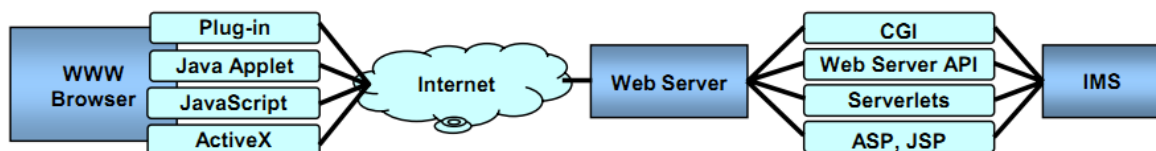


Figura 8 - Aplicações do lado do cliente (Alescheikh et al., 2002)

Esta abordagem apresenta melhores resultados no que se refere à interacção e desempenho, dado que permite que o utilizador possa ter um maior controlo sobre as operações realizadas utilizando a capacidade de processamento do lado do cliente, além de o utilizador poder trabalhar sem necessidade de comunicar com o servidor através da rede, e não ser obrigatória a utilização de standards na transmissão de dados. Também possibilita aplicações com interfaces mais avançadas e com melhor qualidade gráfica na interface do utilizador. Em contrapartida, esta abordagem pode causar problemas de tráfego uma vez que o volume de dados a transferir pode ser elevado (dados e programas), com possíveis tempos elevados de espera do utilizador. Outras possíveis limitações estão relacionadas com problemas relativos à incompatibilidade dos *navegadores Web* e à possível dificuldade de processar a informação do lado do cliente no caso de envolver dados e/ou operações espaciais complexas, além de os utilizadores



poderem não ter a formação necessário para saber utilizar os dados e as funcionalidades existentes.

Por último, as implementações baseadas em arquitectura híbrida, pretendem combinar estratégias do lado do servidor e do lado do cliente a fim de conseguir o equilíbrio entre o processamento ao nível do servidor e do cliente, ou seja, usam uma combinação de processos que procura o melhor desempenho sem sobrecarregar nenhum dos dois lados. As tarefas que envolvem a utilização de grandes volumes de dados ou análises complexas podem ser realizadas no servidor, enquanto as tarefas que envolvem uma maior interacção do utilizador são executadas no lado do cliente (Foote and Kirvan, 1997).

#### **2.2.4. Especificações OGC para Serviços Web**

As tecnologias SIG têm evoluído de um modelo típico de sistemas monopostos, em que existe uma forte dependência entre os dados e os sistemas onde são criados/utilizados, para um modelo cada vez mais distribuído baseado em serviços WebSIG (Alameh, 2003). À medida que as tecnologias dos serviços Web têm evoluído nos últimos anos, um número crescente de serviços Web geoespaciais têm surgido para permitir a interoperabilidade de informação geográfica na Internet, transformando a forma como são desenvolvidos os sistemas e aplicações de informação espacial (Zhao et al., 2007). Este acesso a dados através de serviços Web é somente possível através da implementação comum de formatos de interoperabilidade, sendo necessário o estabelecimento de normas/especificações para conseguir esta interoperabilidade entre sistemas de informação (Percivall, 2010a). Neste contexto, o Open Geospatial Consortium (OGC) foi fundado em 1994 como OpenGIS Consortium, e tem como objectivo conceber especificações de normas para a integração de informação geográfica e seu processamento, o que permite a utilização e divulgação de dados de forma aberta e independente da plataforma utilizada. É um consórcio internacional com mais de 250 agências, universidades e organizações que participam na concepção de soluções que poderão ser úteis a qualquer tipo de aplicação que utilize dados espaciais.

Na perspectiva do OGC, os produtos e serviços que se adaptarem às suas especificações permitirão aos utilizadores trocarem livremente informações espaciais independentemente do seu formato (Consortium, 2011), permitindo a interoperabilidade entre as mais diversas plataformas. As normas abertas do OGC permitem um acesso e uso mais fácil de informação geoespacial e uma interoperabilidade melhorada das tecnologias geoespaciais entre qualquer equipamento, plataforma, sistema, no sentido de responder às necessidades da comunidade de utilizadores (Percivall, 2010b).

Da diversidade das especificações definidas pelo OGC, existe um conjunto orientado para a visualização de mapas e pesquisa de dados geográficos com base

em critérios quer espaciais, quer não-espaciais, nomeadamente as especificações *Web Map Service* (WMS), *Web Feature Service* (WFS), *Web Coverage Service* (WCS), *Web Processing Service* (WPS), *Styled Layer Descriptor* (SLD), *Geography Markup Language* (GML), *Keyhole Markup Language* (KML) as quais serão descritas nos pontos seguintes (Figura 9). No que se refere aos serviços Web geográficos, salienta-se que estes serviços utilizam protocolos WWW, nomeadamente HTTP GET e HTTP POST.

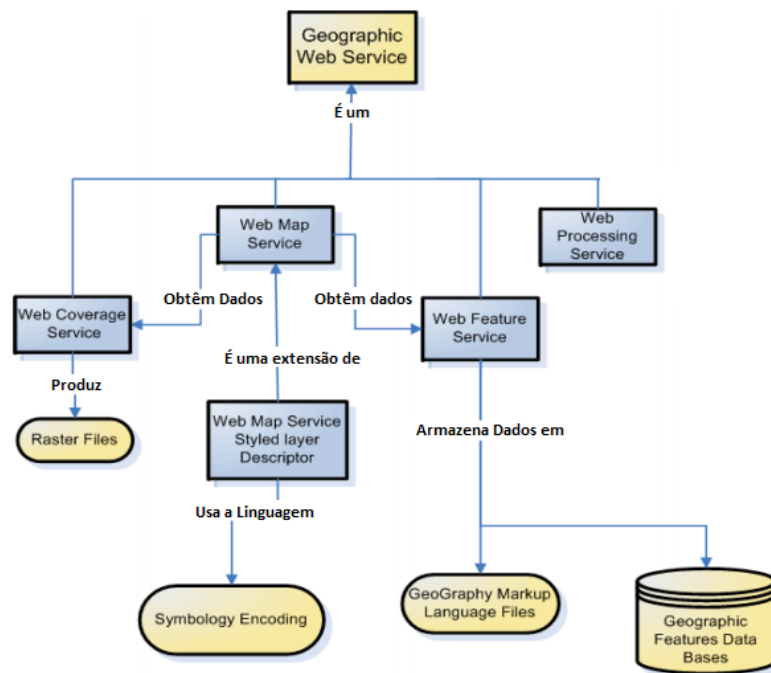


Figura 9 – Standards relevantes OGC (adaptado de (Rita et al., 2009))

#### 2.2.4.1. *Web Map Service - WMS*

O WMS é uma especificação do OGC que tem como finalidade definir os serviços destinados à produção de mapas geográficos (Figura 10). Esta especificação define um mapa como sendo uma imagem digital de informação geográfica capaz de ser apresentada num ecrã de computador (Beaujardiere, 2006).

Esta especificação internacional define três operações básicas:

- *GetCapabilities*: esta operação retorna um conjunto de metadados sobre o serviço, podendo ser extraída toda a informação sobre as capacidades do servidor de mapas, onde se encontram as operações suportadas, a lista dos temas disponíveis com dados específicos (nome, resumo, área geográfica, etc.), os formatos de imagem e os sistemas de coordenadas suportados na geração dos mapas, e mais um conjunto de informação pertinente sobre o servidor.



- *GetMap*: esta operação retorna um mapa cujos parâmetros e características são definidos pelo cliente. As definições do mapa são feitas aquando do pedido enviado ao servidor e incluem parâmetros sobre os temas a incluir, os estilos a utilizar, a área geográfica, o tamanho e formato da imagem, entre outros.
- *GetFeatureInfo*: esta terceira operação, opcional, retorna dados adicionais para um determinado ponto de um mapa obtido pela operação WMS, podendo ser utilizada para permitir a pesquisa de informações sobre as entidades geográficas dos temas pesquisáveis do serviço WMS.

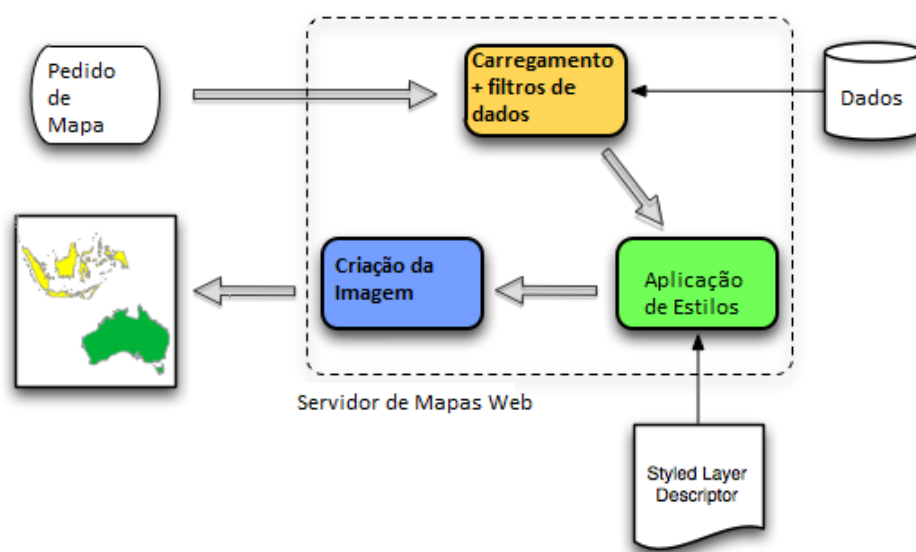


Figura 10 - WMS: transformação de dados em mapas (OpenGeo, 2011)

#### 2.2.4.2. Web Feature Service - WFS

A especificação OGC Web Feature Service permite aceder e alterar dados georreferenciados através do formato de codificação Geography Markup Language (GML). Em vez de devolver uma imagem como o WMS, o WFS permite que o cliente obtenha informação detalhada sobre entidades geográficas específicas, tanto ao nível da geometria como dos atributos (Figura 11).

Este serviço define interfaces de acesso a dados e operações de manipulação sobre elementos geográficos, permitindo a utilização e gestão dos dados através da invocação de operações para criar, remover, actualizar e obter entidades geográficas, assim como efectuar consultas com base em critérios espaciais e não-espaciais (Vretanos, 2005).

The OGC® Web Feature Service Interface Standard  
provides access to feature data.

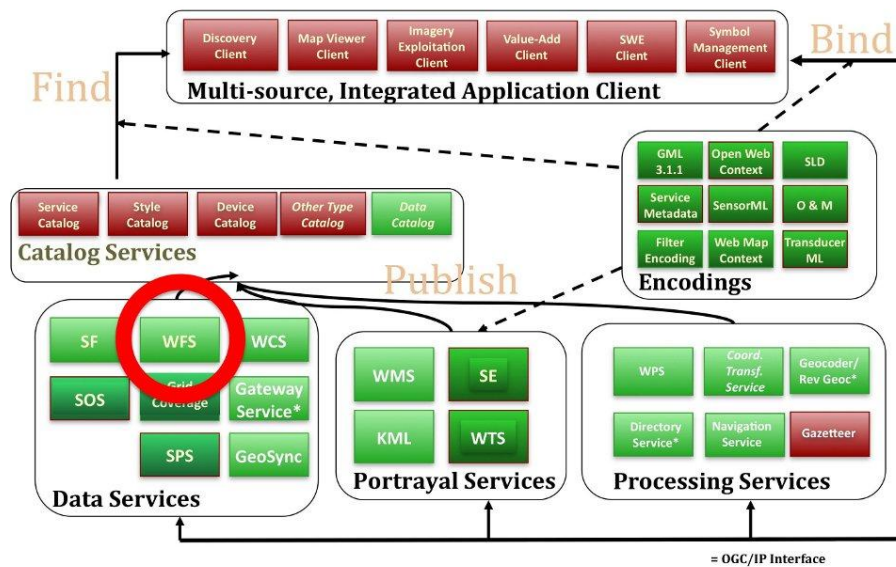


Figura 11 – Web Feature Service – WFS (OsGeo, 2011c)

Com o objectivo de suportar o processamento de pedidos de acesso e manipulação de elementos geográficos, foram definidas as operações seguintes:

- *GetCapabilities*: esta operação destina-se a descrever as capacidades do serviço, em particular, indica que tipo de recursos pode servir e quais as operações suportadas por cada tipo de recursos.
- *DescribeFeatureType*: esta operação tem como propósito obter uma descrição da estrutura de cada uma das entidades que o serviço disponibiliza, devolvendo um documento XML contendo as propriedades dos atributos do tipo de entidade inquirido.
- *GetFeature*: Esta operação permite a obtenção de dados (tanto alfanuméricos como espaciais) sobre entidades geográficas no formato GML. Ao efectuar o pedido, o cliente tem a possibilidade de especificar quais as propriedades da entidade a devolver e de restringir a consulta com base em critérios espaciais e não espaciais.
- *GetGmlObject*: Esta operação opcional permite, como no caso anterior, obter os dados de entidades geográficas no formato GML com base no identificador único (ID).
- *Transaction*: esta operação fornece os meios para realizar operações de manipulação dos dados geográficos permitindo criar, actualizar e apagar entidades geográficas.
- *LockFeature*: durante as transacções realizadas com a operação Transaction deve ser possível fazer pedidos para bloquear uma ou mais instâncias de

determinado tipo de recurso, assegurando que as transacções não gerem situações de conflitos no acesso simultâneo por mais de um cliente.

As operações descritas anteriormente podem ser agrupadas em três conjuntos, definindo três níveis de serviços WFS: os serviços WFS básicos que têm unicamente a possibilidade de realizar as operações de consulta *GetCapabilities*, *DescribeFeatureType* e *GetFeature*; os WFS XLink que permitem todas as operações básicas acrescentando a possibilidade de obter dados de determinadas entidades recorrendo à operação *GetGmlObject*; e, por fim, os WFS *Transaction* que suportam todas as operações anteriores e permitem a realização de transacções possibilitando alterações nos dados geográficos ao nível da base de dados que suporta a informação.

#### **2.2.4.3. Web Coverage Service - WCS**

A especificação Web Coverage Service pode ser comparada a outras especificações como o WMS e WFS, permitindo, da mesma forma, que o cliente obtenha informação armazenada no servidor baseada em condições espaciais e outros critérios (Figura 12). Contudo existem grandes diferenças entre estas especificações: enquanto o WMS utiliza dados espaciais para fornecer mapas estáticos em forma de imagem e o WFS fornece dados sobre entidades geográficas discretas, o WCS fornece dados espaciais no formato de cobertura, ou seja, fornece os dados que representam fenómenos com variação contínua no espaço (Whiteside and Evans, 2008). Este serviço define uma sintaxe para pedidos sobre este tipo de informação, fornecendo dados com uma representação própria, permitindo, por exemplo, a sua interpretação ou extrapolação, isto é, não retorna imagens como o WMS, mas dados sobre a semântica dos fenómenos representados. É ainda diferente do WFS, pois a representação é de um fenómeno global e não uma característica do fenómeno.

A exemplo das especificações descritas anteriormente, também a interacção com este serviço pode ser realizada através da utilização de três operações:

- *GetCapabilities*: esta operação retorna um ficheiro XML que descreve o serviço, geralmente com uma breve descrição das coberturas disponíveis e das operações que podem ser solicitadas pelo cliente.
- *DescribeCoverage*: retorna um ficheiro XML com uma descrição completa de uma ou mais coberturas servidas pelo servidor WCS, identificadas no pedido realizado pelo cliente.
- *GetCoverage*: com o conhecimento das operações e características de uma cobertura obtido através das operações anteriores, esta operação retorna os dados, neste caso, os valores e propriedades de uma área geográfica, codificados num formato próprio de coberturas. O cliente

pode solicitar uma cobertura composta por uma gama de propriedades seleccionadas para um conjunto escolhido de localização geográficas.

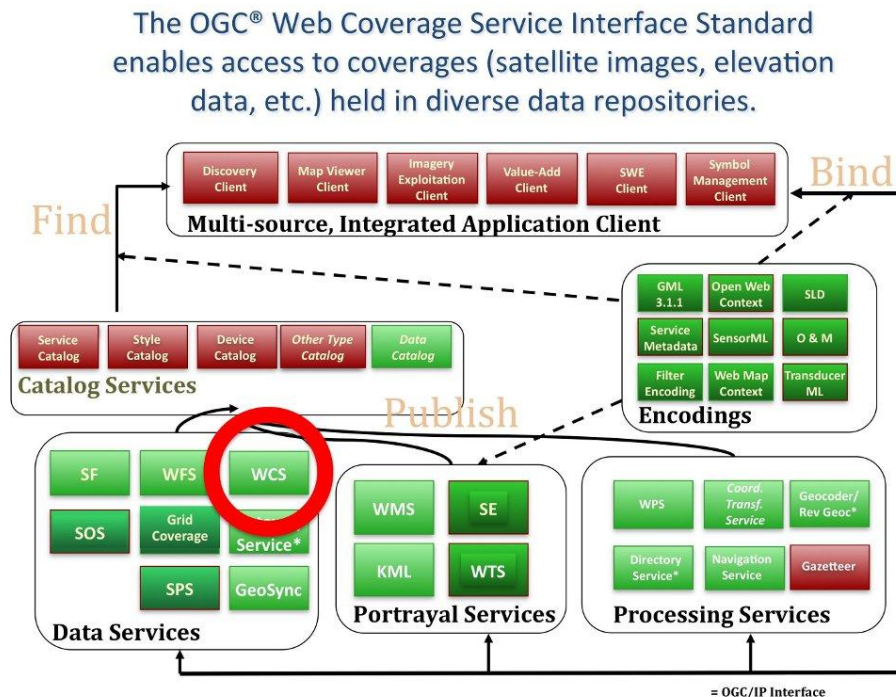


Figura 12 - Web Coverage Service – WCS (OsGeo, 2011b)

#### 2.2.4.4. Web Processing Service - WPS

A norma WPS define uma interface padrão, que facilita a publicação de processos geoespaciais, assim como permite aos clientes a descoberta e forma de se ligar a esses processos (Schut, 2007). A interface desta especificação fornece mecanismos para identificar os dados espaciais necessários para o cálculo, iniciar o cálculo e gerir o resultado do cálculo para que o cliente possa aceder ao mesmo. A resposta a estes pedidos pode ser feita através da Web ou disponibilizada num servidor, sendo apresentada com o formato de imagem ou num ficheiro de acordo com as especificações de troca de dados como o GML ou KML.

O desenvolvimento de serviços Web que suportem operações simples, atómicas, tornou-se essencial para que fosse possível a resposta a pedidos desta natureza, o que torna viável o processamento geográfico na Internet.

As três operações especificadas pela interface WPS que podem ser solicitadas pelos clientes e executadas pelo servidor WPS são:

- *GetCapabilities*: é a operação que permite ao cliente pedir e receber um documento onde é especificada a capacidade de resposta do servidor relativamente ao serviço WPS, no qual é especificado o nome e uma descrição geral dos processos suportados pelo serviço.

- *DescribeProcess*: esta operação permite ao cliente tomar conhecimento detalhado sobre os processos que poderão correr no serviço WPS, onde é incluído a indicação dos dados necessários, o seu formato e os outputs que poderão ser produzidos.
- *Execute*: esta operação permite que o cliente possa correr os processos específicos implementados pelo serviço WPS. Para o efeito, terá que fornecer os dados necessários á operação e receberá os resultados produzidos.

#### **2.2.4.5. *Styled Layer Descriptor (SLD) e extensão do serviço WMS***

A norma Styled Layer Descriptor (SLD) descreve como a especificação WMS pode ser alargada para permitir a definição pelo utilizador da simbologia para representar entidades geográficas e coberturas (Lupp, 2007). Com efeito, a versão 1.3 e anteriores do WMS descrevem a aparência dos mapas servidos como camadas de estilos. Estas camadas de estilos podem ser consideradas como sendo listas de características que serão representadas no mapa. Um mapa pode ser composto por diversas destas camadas de estilos apresentadas por uma determinada ordem. Os utilizadores podem definir se desejam mais ou menos camadas de estilos, dependendo da complexidade desejada para o mapa a apresentar (Lupp, 2007). Contudo esta versão do serviço WMS permite somente fornecer uma lista de nomes de estilos que podem ser utilizados na operação de *GetMap*, não existindo alguma forma de o utilizador definir as suas próprias regras de estilos a usar. Nesse sentido, a possibilidade de se definir estas regras tornou necessária a definição de uma linguagem denominada de Symbology Encoding (ver ponto seguinte). A especificação SLD define como a Symbology Encoding (SE) pode ser utilizada em conjunção com serviços WMS.

A especificação SLD é uma representação em formato XML definida pelo utilizador onde se descreve a aparência desejada para as camadas utilizadas nos mapas servidos pelo WMS. O mapa é constituído por layers e a aparência de cada camada pode ser definida através desta representação (Lupp, 2007). Para permitir a utilização de documentos SLD na obtenção de mapas de um serviço WMS, a operação *GetMap* contempla parâmetros adicionais que permitem aos clientes requerem camadas representadas de acordo com um estilo especificado, podendo optar por 3 opções: a referência a um SLD remoto no parâmetro SLD, a inclusão do conteúdo do SLD no parâmetro SLD\_BODY, ou, no caso da utilização do HTTP POST, a inclusão do SLD no pedido codificado em XML.

No contexto da definição de regras para os estilos a utilizar num serviço WMS para a criação dos mapas e no sentido de permitir a definição de estilos baseados nos atributos das entidades geográficas, o perfil SLD do serviço WMS define uma nova operação, *DescribeLayer*, que permite devolver os tipos das entidades da camada ou camadas especificadas no pedido, sendo, a seguir, possível obter os

atributos através de uma operação *DescribeFeatureType* de um serviço WFS (Lupp, 2007). Outra operação, opcional, definida no perfil SLD é a operação *GetLegendGraphic* que permite a renderização de uma legenda a utilizar no cliente para os estilos representados no formato SLD.

#### **2.2.4.6. *Symbology Encoding - SE***

Quando nos referimos a representar informação geográfica, a forma como o fazemos é que transforma meros dados em sistemas de informação, quer sejam dados geográficos, quer sejam dados tabulares. Como indicado anteriormente, com as versões iniciais da especificação OGC Web Map Service só é possível apresentar estilos muito básicos e pré-definidos, dos quais o utilizador só pode saber o nome para fazer a escolha. Para que o utilizador tenha como definir um estilo para a apresentação do mapa é necessária a utilização da linguagem Symbology Encoding (SE), que lhe permite retratar a forma como será apresentado o mapa pretendido. Esta linguagem é usada pelas especificações WMS, WFS e WCS (Müller, 2006).

Esta linguagem define uma codificação XML que pode ser utilizada para criar estilos que permitam representar determinadas entidades ou coberturas de um mapa. A SE é uma linguagem que é usada para criar estilos independentemente do serviço que os utilizará. Trata-se da linguagem utilizada para a construção de documentos SLD para possibilitar a definição de estilos pelos utilizadores nos serviços WMS, WFS e WCS (ver ponto anterior).

#### **2.2.4.7. *Geography Markup Language - GML***

A complexidade e diversidade de modelos para representar informação geográfica disponíveis pelos mais variados SIG tornam possível que a representação de uma mesma realidade geográfica possa ser apresentada de formas muito diversas. A solução para a interoperabilidade entre estes sistemas SIG, baseia-se em especificações como a Geography Markup Language (GML).

A GML é uma gramática XML escrita em esquemas desta mesma linguagem para descrever entidades geográficas. O seu propósito é a codificação de dados geográficos, incluindo propriedades geométricas e não-geométricas, a fim de permitir o transporte, armazenamento e publicação de informação geográfica. É utilizada para a partilha, troca e integração de dados geográficos na Web, tendo sido desenvolvida para estar conforme com os requisitos da Web facilitando a troca, integração e partilha entre diferentes sistemas (Cox et al., 2002).

Assim o seu objectivo é oferecer um conjunto de conceitos básicos que permitam ao utilizador estruturar e descrever os seus dados georreferenciados (Frozza and Mello, 2006). Os conceitos chave desta especificação foram retirados

de normas ISO da série 19100 que descrevem especificações internacionais, bem como a partir de especificações abstractas para OpenGIS (Portele, 2007).

#### **2.2.4.8. *Keyhole Markup Language - KML***

Esta linguagem foi submetida pelo Google ao Open Geospatial Consortium para ser considerada uma norma e tornou-se na primeira linguagem submetida por uma entidade externa a ser considerada pelo OGC. Foi considerada um grande avanço no sentido de visualizar informação geográfica em duas e três dimensões.

Vocacionada para a visualização de informação geográfica, incluindo anotações de mapas e imagens, é considerada uma linguagem no formato XML a exemplo das referenciadas anteriormente, sendo ainda considerada um complemento das especificações OGC (Wilson, 2008).





### **3. Tecnologias para Publicação de Informação Geográfica na Web**

Um primeiro objectivo deste capítulo centra-se na apresentação de várias tecnologias utilizadas no desenvolvimento de WebSIG, no sentido de identificar as soluções que poderão ser utilizadas durante o desenvolvimento do presente projecto. Neste contexto, salienta-se que se constata a existência de uma grande variedade de tecnologias disponíveis no mercado quando se realiza uma pesquisa geral, pelo que se optou por efectuar uma descrição das tecnologias mais referenciadas e reconhecidas, com particular destaque para o contexto Português, incluindo tecnologias proprietárias e de código aberto. Dado o objectivo do presente projecto, os pontos seguintes incluem uma breve descrição de algumas tecnologias proprietárias, seguindo-se uma caracterização de soluções de código aberto ao nível do armazenamento de dados espaciais, do servidor e do cliente.

Na segunda parte deste capítulo, apresenta-se os resultados de um questionário orientado para a análise da utilização e dos conhecimentos sobre tecnologias SIG, em particular as soluções de código aberto, cujo público-alvo foi principalmente constituído por técnicos que habitualmente trabalham com sistemas de informação geográfica.

#### **3.1. Tecnologias Proprietárias**

As tecnologias ditas proprietárias são aquelas que são comercializadas por empresas sob licenças restritas. Para além do custo de compra, as licenças destas tecnologias são, predominantemente, limitadas no tempo. Todas as actualizações e alterações têm que ser feitas pela empresa produtora, acarretando, regra geral, custos elevados para o consumidor final. Têm a vantagem de ter apoio técnico sempre que necessário e garantias dadas pela empresa vendedora.

De seguida são apresentadas algumas das empresas que desenvolvem a sua actividade na área dos SIG em território português e caracterizados os seus produtos comerciais mais representativos<sup>2</sup>. Da pesquisa efectuada, ressalta que estas empresas apresentam normalmente soluções que integram todos os componentes de uma plataforma WebSIG, desde tecnologia desktop, de armazenamento, publicação e aplicações cliente.

A **ESRI** (*Environmental Systems Research Institute, Inc.*) foi fundada em 1969 por Jack Dangermond e sua esposa em Redlands, Califórnia. A missão inicial da empresa era a organização e análise de informação geográfica para apoio de decisões a nível ambiental e ordenamento do território (Esri, 2011).

Os seus projectos iniciais eram constituídos por estudos locais ou regionais que tinham como objectivo o desenho de mapas geográficos onde delimitavam oportunidades e constrangimentos ao desenvolvimento. Com o evoluir do tempo, tornou-se necessário a introdução de *softwares* específicos para a automatização dos processos de mapeamento manual. Assim, a equipa de desenvolvimento da ESRI formulou o conceito que colmataria com o lançamento em 1982 do primeiro sistema de informação geográfico comercial, o ARC/INFO. Segundo a ESRI, trata-se do SIG mais completo do mercado e inclui varias aplicações como o ArcEditor, o ArcGis Server e o ArcView. Esta aplicação permite executar a análise e modelação de dados, publicar e converter dados em vários formatos, criar e gerir bases de dados geográficas, utilizar ferramentas de cartografia e de desenho de símbolos, anotações e rótulos, bem como outras funcionalidades (Esri, 2011).

A ESRI apresenta uma panóplia de aplicações distribuída por categorias. Entre os SIG profissionais, empresariais, móveis, verticais e para programadores, apresenta ainda soluções online e para geomática. Destas, uma das mais emblemática é o ArcGis e as suas extensões em que a ESRI oferece um conjunto de ferramentas de autoria que permitem a integração de diferentes componentes de uma forma rápida e fácil, permitindo a criação e customização de aplicações Web na área dos SIG como, por exemplo, a possibilidade de o utilizador criar dados, mapas e modelos num ambiente desktop e disponibilizá-los facilmente para o exterior em diferentes plataformas (desktop, navegadores web, equipamento móvel), além de oferecer um conjunto de ferramentas gráficas para o desenvolvimento de aplicações à medida.

A **AutoDesk** foi fundada em 1982 por John Walker, um programador e empreendedor descrito como um homem brilhante e excêntrico. Walker adquiriu o *software* AutoCad de um inventor (Michael Riddle), apresentando o AutoCad ao público através da sua empresa. O sucesso desta aplicação destinada ao desenho foi tal que durante alguns anos foi a principal fonte de receitas da AutoDesk. A

---

<sup>2</sup> Uma lista mais exaustiva de empresas produtoras de software pode ser encontrada em <http://www.spatialanalysisonline.com/SoftwareCommercial.pdf>.

organização foi, entretanto, desenvolvendo outras linhas de produtos, como o Generic CADD, AutoSketch, AutoCad Designer, entre outros (AutoDesk, 2011). Hoje em dia, a AutoDesk oferece soluções variadas, abrangendo actualmente a área dos sistemas de informação geográfica com aplicações como o ‘AutoCAD Map 3D’, ‘AutoCAD Raster Design’, o ‘GIS Design Server’, descrito como um servidor de dados espaciais com capacidades de gestão e análise de dados permitindo que múltiplos utilizadores trabalhem simultaneamente sobre uma base de dados espaciais, e a plataforma de desenvolvimento “Autodesk® Infrastructure Map Server” que permite a criação de aplicações espaciais para a Web e intranet de uma forma rápida e fácil, com base no MapGuide Open Source (servidor de mapas de código aberto da AutoDesk).

Uma outra empresa com implantação no mercado nacional na área dos SIG é a **InterGraph**. Historicamente, nasceu em 1969 como uma organização de nome *M&S Computing, Inc.* com a finalidade de ajudar a NASA e o exército norte americano a colocar um homem na Lua, um objectivo muito ambicioso para a época. O objectivo era desenvolver sistemas computacionais para permitir o controlo de mísseis em tempo real. A experiência ganha neste primordial objectivo levou ao desenvolvimento de sistemas de gráficos computacionais que permitiu aos engenheiros visualizar e interagir com desenhos e dados alfanuméricos associados. Hoje em dia, o *software* desta organização cresceu tornando-se numa ferramenta poderosa de visualização em 3D (InterGraph, 2011).

O sector da organização que desenvolve soluções geoespaciais, denominado de ‘Security, Government & Infrastructure’ (SG&I), tem como clientes os organismos de defesa, segurança pública, administração pública, empresas de transportes, entre outros. A Intergraph apresenta um conjunto alargado de produtos na área dos SIG pertencentes à família GeoMedia, como o GeoDEX, GeoMedia 3D, GeoMedia Image Professional, GeoMedia WebMap, entre muitos outros. Esta família de produtos é descrita como um conjunto de aplicações integradas que fornece toda a gama de capacidades de processamento geoespaciais necessário às mais diversas indústrias, incluindo a gestão, análise e partilha de dados, produção de mapas e construção de aplicações Web.

### 3.2. Tecnologias Livres e de Código Aberto

*Software* de código aberto (Open Source) e *software* livre (Free) referem-se a *software* que é distribuído sobre uma licença com permissão para qualquer utilizador usar, modificar e redistribuir o *software* da forma que entender, sem necessidade de efectuar qualquer tipo de pagamento aos autores do *software* (Feller et al., 2005). As duas principais organizações responsáveis pela protecção e promoção do *software* livre e de código aberto são a Free Software Foundation (FSF) e a Open Source Initiative (OSI), que, apesar de apresentarem definições

semelhantes, evidenciam diferenças ideológicas: enquanto a definição usada pela FSF está envolta de um discurso baseado em questões éticas, direitos e liberdade, a OSI usa o termo "Código Aberto" sob um ponto de vista técnico, dando ênfase à disponibilidade e possibilidade de modificar o código fonte do *software*. Para a FSF, um *software* é considerado livre (free) se satisfizer quatro liberdades para os utilizadores, sendo, para isso, necessário a distribuição do código fonte com o *software* e não existir restrições para que os utilizadores alterem e redistribuem esse código. Por outro lado, o *software* de código aberto é definido como *software* cujo código fonte é disponibilizado sob os termos de uma licença que garante os 10 critérios da "Open Source Definition" (Initiative, 2011) permitindo o uso, a cópia e a distribuição do *software*, na sua forma original ou com alterações, quer gratuitamente, quer com custos.

Na área dos SIG, tem-se verificado o desenvolvimento de vários projectos de *software* livre e de código aberto, permitindo o acesso à tecnologia SIG pelo público em geral. Englobam um leque alargado de categorias, desde aplicações desktop SIG, sistemas de bases de dados espaciais, servidores de mapas, clientes WebSIG, SIG móveis e extensões e bibliotecas SIG (Steiniger and Hunter, 2010).

Neste contexto, a criação da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) em 2006 tem tido um papel fundamental para conseguir uma abordagem coordenada na comunidade de SIG de código aberto, apoiando o desenvolvimento colaborativo de *software* aberto geoespacial e promovendo o seu uso generalizado (OsGeo, 2011). Desde então, a OSGeo tem apoiado um número crescente de projectos de *software*, incluindo diferentes grupos de tecnologias tais como aplicações desktop, bibliotecas geoespaciais, servidores cartográficos, visualizadores de mapas, catálogos de metadados, entre outros.

Nos pontos seguintes, efectua-se uma descrição sumária de várias tecnologias de código aberto, ao nível do armazenamento de dados espaciais, servidores e clientes utilizados no contexto do desenvolvimento de soluções WebSIG.

### **3.2.1. Armazenamento de Dados Espaciais**

No que se refere ao armazenamento de dados espaciais, a utilização de um sistema de gestão de bases de dados espaciais apresenta as vantagens associadas à utilização de sistemas de gestão de bases de dados (SGBD) como, por exemplo, a gestão de transacções, o controlo de integridade, o suporte de multiutilizadores e a utilização de uma linguagem para a manipulação e consulta dos dados alfanuméricos e espaciais. Estes sistemas de gestão de bases de dados espaciais não são, normalmente, desenvolvidos como soluções com esse propósito, mas antes como extensões às capacidades de SGBD existentes (Steiniger and Hunter, 2010).

O **MySQL** é um sistema de gestão de bases de dados de código aberto que, a partir da versão 4.1, inclui funções para a utilização de informação espacial. Sendo uma base de dados de licença livre, é utilizada por uma vasta comunidade de utilizadores, tendo a facilidade de ser integrado com uma linguagem popular para a construção de páginas (PHP). A sua utilização tão frequente levou a que fossem incluídas as funções descritas na especificação da OGC “Simple Features for SQL” (Karlsson, 2010). Contudo, a extensão espacial do MySQL 5.5 ainda somente fornece uma implementação incompleta da norma OGC, existindo, por exemplo, várias operações de análise geográfica que se baseiam na caixa envolvente (bounding box) das entidades geográficas (MySQL, 2011).

Outro SGBD com relevância é o **PostgreSQL** que é, segundo os autores (Boyd and Kilani, 2004), uma poderosa base de dados desenvolvida desde há 15 anos de forma activa e com uma arquitectura que tem provas dadas por ter demonstrado uma forte confiabilidade, integridade de dados, entre outras características. É um SGBD objecto-relacional que oferece todas as funcionalidades de um SGBD avançado, disponibilizando uma documentação extensa e completa. Por ser um sistema de base de dados de código aberto, corre em todos os principais sistemas operativos (Windows, Linux, Max OS, FreeBSD e Solaris), e inclui interfaces de programação para o desenvolvimento de soluções em C/C++, Java, .NET, Python, ODBC, entre outras. Este sistema ainda conta com a disponibilização de interfaces gráficas para facilitar a administração de bases de dados, desenvolvido para responder às necessidades dos utilizadores, desde a escrita de consultas SQL até ao desenvolvimento de bases de dados complexas (PostgreSQL, 2011). Uma característica desta base de dados é ter o código fonte disponível sobre uma licença própria que permite que qualquer utilizador modifique, use e distribua da forma que bem entender, quer livre, quer não livre. Segundo a própria licença, qualquer modificação feita ao código fonte pertence ao modificador que poderá fazer o que bem entender, desde que cumpra com o especificado na licença. O PostgreSQL caracteriza-se por ser altamente configurável, permitindo a execução de “stored procedures” em variadas linguagens (Java, Perl, Python, Ruby, C/C++, PL/pgSQL, etc.), além de oferecer uma grande flexibilidade para a extensão das capacidades da própria base de dados. Este SGBD oferece uma característica muito interessante que se prende com a possibilidade de ser estendida, permitindo a definição ou criação de novos tipos de dados a suportar pela base dados juntamente com funções e operadores de suporte ao novo tipo de dados. É neste contexto que se insere a extensão PostGIS.

O **PostGIS** é uma extensão criada com a finalidade de acrescentar a dimensão espacial ao PostgreSQL, tornando-o um sistema de gestão de bases de dados espaciais (Santelli et al., 2007). O desenvolvimento do PostGIS foi iniciado pela Refrations Research como um projecto de código aberto, tendo sido implementado em conformidade com a especificação OGC “Simple Feature Specification for SQL” (PostGIS, 2011). Esta extensão suporta diferentes tipos de geometria, topologia,

redes, índices espaciais e um conjunto alargado de funções para a análise e processamento de entidades geográficas.

### 3.2.2. Servidores Cartográficos

Um servidor cartográfico consiste num programa que permite a publicação e consulta de conteúdos geográficos através da Web, podendo estes ser acedidos sob a forma de imagens ou de entidades geográficas em diferentes formatos. Os servidores, na sua grande maioria, assentam na disponibilização de serviços OGC: WMS para a visualização de mapas sob a forma de imagens, WFS para dados vectoriais e WCS para dados no formato raster. Alguns servidores incluem também, além do acesso à informação geográfica, a possibilidade de executar funcionalidades relacionadas com a edição e processamento de dados, através da implementação dos serviços OGC WFS-T e WPS.

O **MapServer** é uma plataforma de código aberto para a publicação de dados espaciais e aplicações de mapas interactivos para a Web, originalmente desenvolvida em meados da década de 1990 na Universidade de Minnesota (MapServer, 2010). O MapServer é agora um projecto da OSGeo e é mantido por uma comunidade crescente de programadores a nível internacional e apoiado por um grupo de organizações diversificadas. O Mapserver é um programa CGI (Common Gateway Interface) e pode ser alargado ou customizado através do MapScript, que é uma interface que permite adicionar capacidades do MapServer às linguagens de programação como o PHP, Perl, Python, Ruby, Tcl, Java, e .NET. Os pedidos ao servidor baseiam-se num ficheiro com extensão .map, denominado de MapFile, que indica quais os dados a utilizar e define os estilos a utilizar na representação dos objectos. O MapServer é um sistema com um conjunto alargado de potencialidades para o desenvolvimento de soluções WebSIG, nomeadamente oferece: capacidades avançadas para a produção de saídas cartográficas; suporta linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento como PHP, Python, Ruby, Perl, Ruby, Java, .Net,; é compatível com múltiplos sistemas operativos (Linux, Solaris, Windows, Mac OS, etc); implementa várias especificações OGC como WMS, WFS não transaccional, WCS, GML, SLD, entre outras; permite a utilização de uma diversidade de formatos de dados vectoriais e raster e o tratamento de projecções de mapas em tempo real.

O **GeoServer** é um servidor de mapas com código aberto implementado em Java que permite aos utilizadores visualizar e editar dados georreferenciados, através da publicação de dados espaciais utilizando normas abertas, oferecendo uma grande flexibilidade na criação de mapas e partilha de dados (GeoServer, 2010). É um projecto dirigido pela comunidade e como tal é desenvolvido, testado e suportado por um grupo de indivíduos e organizações a nível internacional. O seu desenvolvimento deveu-se à necessidade do governo norte-americano ser mais transparente e de ter necessidade de partilhar informação espacial para com os

cidadãos. Actualmente, o GeoServer é a implementação de referência para as normas WFS e WCS da OGC, sendo ainda um servidor certificado de alto desempenho na norma WMS (GeoServer, 2010). Da diversidade e multitude de recursos, salienta-se que o GeoServer inclui a implementação das normas OGC como o WMS, WFS transaccional, WCS e WPS; é um sistema multi-plataforma (Linux, Windows, Mac OS, etc.); suporta a ligação a um conjunto alargado de SGBD proprietários e de código aberto, assim como uma diversidade de formatos de dados vectoriais e matriciais; inclui funcionalidades de controlo de acessos dos utilizadores a serviços e temas; inclui uma documentação exaustiva e, disponibiliza, ainda, uma interface gráfica para o utilizador num navegador Web que permite uma fácil configuração do GeoServer.

O **Deegree 3** é uma plataforma Java que oferece os principais componentes para a construção de infra-estruturas de dados espaciais, aplicando as especificações OGC e normas ISO/TC 211, sendo referenciada como a plataforma Java com a implementação mais alargada das normais OGC/ISO no contexto do *software* livre (OSGeo, 2011c). Esta solução inclui vários grupos de produtos, sendo um deles, referente ao servidor que implementa as especificações de serviços web geoespaciais do OGC, nomeadamente os serviços WMS, WFS, WMTS, CSW, WPS (Deegree, 2011). A configuração das aplicações é efectuada com base em ficheiros XML, existindo uma consola que permite realizar grande parte da configuração do deegree a partir de uma aplicação Web.

O **MapFish** é uma outra plataforma de código aberto para a criação de clientes WebSIG, que inclui uma componente servidor baseada na plataforma Web Python Pylons. O Mapfish acrescenta ao Pylons funcionalidades geoespaciais, como por exemplo, ferramentas específicas para a gestão de objectos geográficos. Esta plataforma fornece comandos que permitem gerar serviços Web para criar, consultar, actualizar e remover elementos geográficos implementados com base numa interface HTTP específica. Estes serviços operam sobre os dados de bases de dados geográficos, incluindo PostgreSQL/PostGIS, MySQL, SQLite/Spatialite e Oracle. A configuração da plataforma é efectuada através da alteração de ficheiros e execução de comandos, não existindo uma interface gráfica para o utilizador. Este projecto inclui ainda o Mapfish Print, uma biblioteca Java para imprimir mapas no formato PDF (MapFish, 2011).

Ainda no contexto da oferta de servidores, a Autodesk lançou o **MapGuide Open Source** que oferece uma plataforma para desenvolver e instalar aplicações Web com mapas e serviços Web geoespaciais (OSGeo, 2011e). O MapGuide inclui uma base dados XML para a gestão dos conteúdos e suporta a maioria dos formatos de ficheiros, bases de dados e normas geoespaciais. É uma plataforma que suporta diferentes sistemas operativos (Linux ou Windows), permite o acesso a uma diversidade de formatos vectoriais e matriciais por intermédio da API Feature Data Objects (FDO), oferece APIs para o desenvolvimento aplicacional para

diversas linguagens de programação (PHP, .NET, Java e Javascript) e implementa as especificações WMS e WFS.

### 3.2.3. Biblioteca para visualização de mapas na Web

Conforme descrito anteriormente, o desenvolvimento de soluções WebSIG pode assentar em diferentes estratégias no que se refere à forma de implementação das aplicações do lado do cliente: clientes fortemente dependentes das capacidades do servidor para a execução de operações de processamento de dados e clientes que oferecem várias ferramentas e funcionalidades para processarem dados espaciais localmente. Tendo em conta o objectivo do presente projecto, este ponto centra-se na caracterização sumária de várias alternativas identificadas para a implementação de soluções WebSIG assentes em clientes baseados em navegadores Web, para a criação de páginas para a visualização, consulta e, em alguns casos, edição e análise de informação geográfica.

De um ponto de vista geral, as tecnologias utilizadas no desenvolvimento de aplicações WebSIG podem ser agrupadas em dois tipos de soluções: bibliotecas do lado do cliente e plataformas ou ambientes de desenvolvimento cliente-servidor. No primeiro caso, as bibliotecas permitem a programação de aplicações codificadas com recurso a linguagens de script que são executadas exclusivamente do lado do cliente, isto é, as aplicações só comunicam com um servidor externo com o objectivo de obter dados alfanuméricos e geográficos, sendo todas as funcionalidades implementadas no cliente. Na segunda alternativa, as plataformas ou ambientes de desenvolvimento incluem a componente do lado do cliente assim como a existência de um servidor, requerendo a execução de um processo de instalação para a criação/disponibilização da componente servidor. Estas plataformas ou ambientes têm, regra geral, como principal objectivo disponibilizar um produto configurável que permita o desenvolvimento de soluções WebSIG sem que o utilizador necessite de se concentrar em detalhes técnicos de programação. Estas plataformas assentam em tecnologias do lado do servidor, como as linguagens de programação PHP, JSP, Perl, Python e/ou servidores cartográficos próprios que podem ser interligados/integrados com scripts do lado do cliente, para enviar e receber dados ou obter resultados de operações mais complexas.

Relativamente às bibliotecas do lado do cliente, o **OpenLayers** é provavelmente o projecto com mais sucesso e mais utilizado no âmbito do desenvolvimento de clientes WebSIG. Com efeito, constata-se que esta biblioteca, além de ser utilizada na implementação de soluções específicas, está também integrada em várias das plataformas que permitem o desenvolvimento de soluções WebSIG. A finalidade desta biblioteca de código aberto é proporcionar uma forma simples de integrar mapas numa página Web ou numa aplicação. É uma biblioteca escrita em JavaScript com uma estrutura baseada no paradigma de orientação por objectos, para a criação de clientes WebSIG sem dependências do lado do servidor.



Em constante desenvolvimento, a API OpenLayers, permite construir aplicações geográficas na Web semelhantes ao Google Maps e ao Microsoft Bing Maps. O desenvolvimento desta biblioteca baseia-se na utilização de especificações do Open Geospatial Consortium, como o WMS, WFS, GML e SLD, permitindo o acesso a dados geográficos através de métodos padronizados, além de possibilitar uma fácil integração com os serviços de mapas do Google, OSM, Yahoo, WorlWind, entre outros. Pretende, ainda, separar as funcionalidades sobre mapas dos dados utilizados na construção de mapas, a fim de permitir que todas as ferramentas possam operar sobre dados de diversas fontes (OpenLayers, 2011). Esta solução inclui uma documentação extensiva e é suportada por um vasto conjunto de exemplos de utilização, complementada ainda por uma comunidade de utilizadores muito activa. As capacidades e versatilidade desta biblioteca são características que fazem dela uma escolha a ter em conta no desenvolvimento de aplicações e plataformas WebSIG.

O **ExtJS** é uma plataforma desenvolvida em JavaScript para a criação de interfaces gráficas na Web com uma interface gráfica desktop, sendo considerada uma caixa de ferramentas que o programador pode utilizar para a criação de aplicações para a Web de forma fácil e simples. Tratando-se de uma biblioteca do lado do cliente, funciona com qualquer servidor que processe pedidos POST e que permita retornar dados estruturados. A ExtJS oferece uma vasta e diversificada gama de componentes gráficos tais como caixas de texto, caixas de selecção, tabelas, menus, estruturas em árvore, entre outros. A biblioteca ExtJS contém componentes que oferecem um conjunto de utilitários básicos que incluem suporte para AJAX, manipulação DOM, tratamento de eventos, entre outras (Sencha, 2010). Esta versão ainda inclui bibliotecas que permitem a integração com outras bibliotecas JavaScript com grande divulgação na comunidade de programadores, nomeadamente jQuery, Prototype ou YUI (Figura 13).

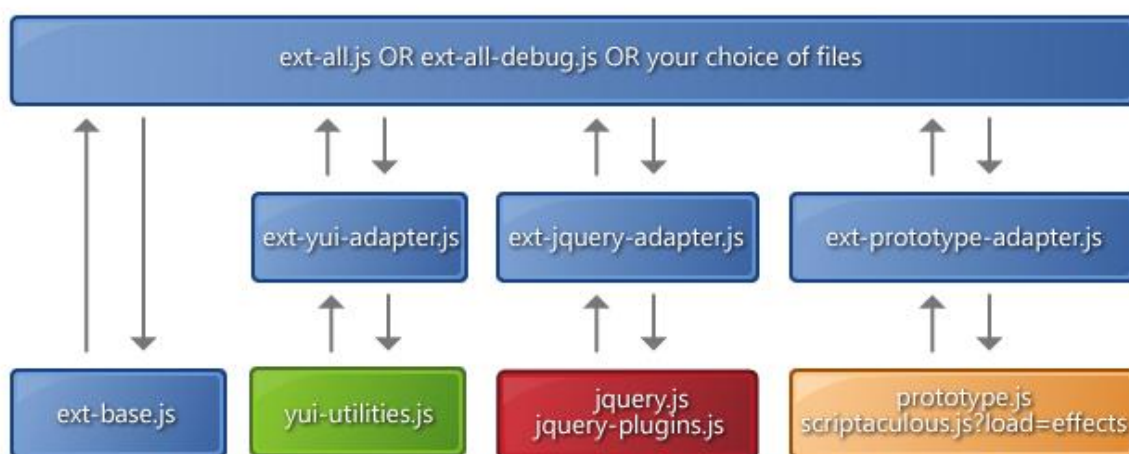


Figura 13 – ExtJS - Relacionamento entre as bibliotecas base (Sencha, 2010)

O **GeoExt** é uma biblioteca JavaScript de código aberto que combina as capacidades do OpenLayers com a biblioteca ExtJS, a fim de permitir a construção de aplicações para a Web com uma interface gráfica similar a uma aplicação desktop. Com base nas ferramentas e classes disponibilizadas na biblioteca ExtJS, a biblioteca GeoExt estende as suas capacidades através da integração da biblioteca OpenLayers, sendo esta última a componente chave e base para a criação de páginas onde seja possível visualizar mapas (GeoExt, 2011b). Neste sentido, esta biblioteca fornece um conjunto de ferramentas configuráveis que facilitam o desenvolvimento de aplicações para visualizar, editar e representar dados espaciais. A página oficial do GeoExt inclui um conjunto diversificado de exemplos de aplicação desta biblioteca, como por exemplo, a utilização de um painel de legendas com várias funcionalidades (Figura 14). De notar que a utilização desta biblioteca requer competências de programação em JavaScript e o conhecimento da estrutura das bibliotecas que a compõem, ou seja a ExtJS e OpenLayers.

#### GeoExt.LegendPanel

This example shows the how to create a LegendPanel that autopopulates with legends from a map that has already been created.

The js is not minified so it is readable. See [legendpanel.js](#).

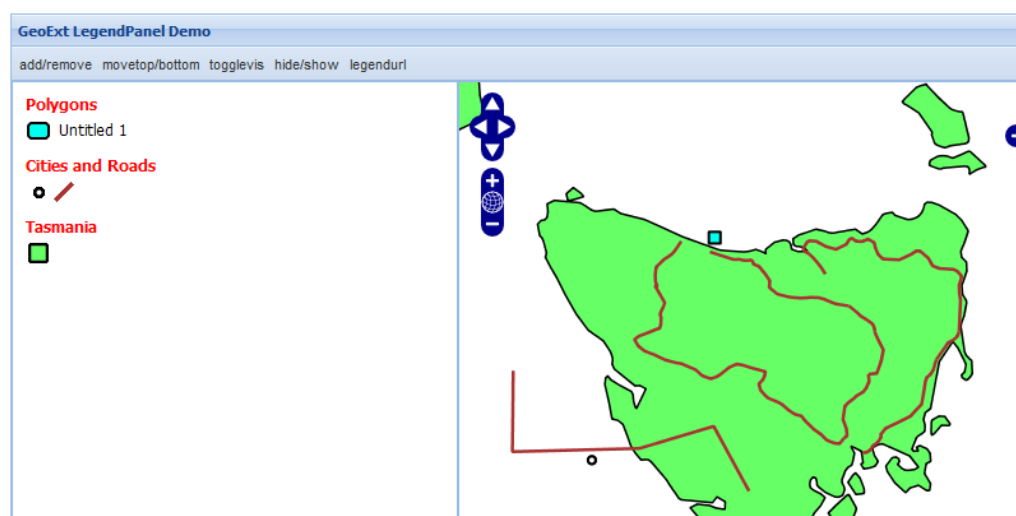


Figura 14 – GeoExt – Exemplo de painel de legendas (GeoExt, 2011a)

Na sequência do desenvolvimento da biblioteca GeoExt, surgiu a aplicação **GeoExplorer** com o intuito de demonstrar o tipo de aplicações que podem ser desenvolvidas com recurso a esta biblioteca (OpenGeo, 2011b). O objectivo do GeoExplorer é facilitar o desenvolvimento de um aplicativo baseado num navegador Web, com funcionalidades que, tradicionalmente, se encontram em aplicações SIG desktop. Esta aplicação é um exemplo prático da forma de utilização da biblioteca GeoExt que permite explorar dados provenientes de vários servidores pré-definidos ou acrescentar novas fontes de dados compatíveis com a especificação WMS. Uma vez criado o mapa, é possível gravar a configuração no servidor para que possa ser

incluída numa página Web (OpenGeo, 2011b). Além da possibilidade de definir as camadas a incluir na aplicação e as ferramentas de interacção com o mapa (funcionalidades de aproximar e afastar, impressão de mapas, medições, informações sobre os elementos geográficos dos temas, histórico de navegação e mudar para vista em 3D), o GeoExplorer inclui funcionalidades para configurar algumas propriedades dos temas geográficos, nomeadamente a gama de escalas de visibilidade, a definição de filtros por exemplo no formato Contextual Query Language (CQL) e a possibilidade de escolher ou definir a legenda de cada tema, sendo, no entanto, a possibilidade de definição de novas legendas restrita aos temas obtidos de um servidor como GeoServer para o qual o utilizador tenha credenciais de acesso. No final de 2011, o GeoExplorer foi integrado na OpenGeo Suite, que é uma plataforma completa para o desenvolvimento de aplicações WebSIG assente na integração de vários componentes geoespaciais de código aberto, como o PostGIS, GeoServer, OpenLayers e GeoExt (OpenGeo, 2011a).

O **p.mapper** é uma plataforma que se destina a oferecer um conjunto de funcionalidades e múltiplas configurações de forma a facilitar a configuração de uma aplicação Web baseada no servidor de mapas MapServer, implementada na linguagem PHP/MapScript (p.mapper, 2011). Esta solução permite o desenvolvimento de interfaces gráficas para a visualização e manuseamento de informação geográfica, incluindo funcionalidades de navegação em mapas, consulta (identificar, pesquisar e seleccionar), interface multilingue, legendas, impressão de mapas e a possibilidade de adicionar funcionalidades personalizadas. Esta solução permite a configuração flexível de funcionalidades, comportamento e *layout* através da definição de ficheiros XML.

O **Geomajas** é uma outra plataforma de desenvolvimento de código aberto para a criação de aplicações SIG na Web, que assenta numa arquitectura cliente-servidor integrada para a visualização e edição de dados geográficos, permitindo a incorporação de algoritmos do lado do servidor em navegadores Web. O objectivo do Geomajas é fornecer uma plataforma para a integração do lado do servidor de informação geográfica, que permite a múltiplos utilizadores controlar e gerir dados a partir dos seus navegadores. O Geomajas fornece um conjunto de blocos a partir dos quais se consegue construir facilmente uma aplicação SIG (Graef et al., 2010), evidenciando como características chave uma arquitectura modular, a edição de atributos e geometria com validação, capacidades avançadas de consultas (pesquisas, filtros, estilos, ...), segurança, entre outras, sendo ainda compatível com as especificações OGC como o WMS e WFS. A criação de aplicações WebSIG a partir desta plataforma inicia-se pela criação de um projecto recorrendo ao Maven, uma ferramenta para construir e gerir projectos baseados em Java (Maven, 2011), sendo de seguida possível efectuar modificações nas configurações da aplicação para personalizá-la através da alteração de ficheiros XML de configuração. Um exemplo de utilização desta plataforma para a criação de um WebSIG encontra-se ilustrado na Figura 15.

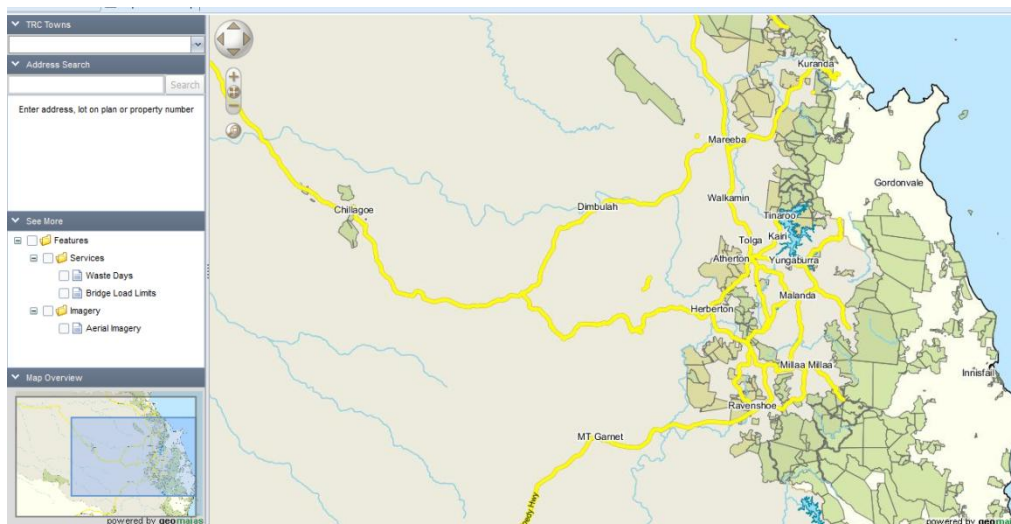


Figura 15 - Tablelands Regional Council in Austrália (Geomajas, 2011)

A plataforma **MapGuide Open Source** referenciada no ponto alusivo aos servidores inclui dois visualizadores interactivos de mapas em navegadores Web (em DHTML sem plug-in ou com recurso a um controlo ActiveX), que incluem funcionalidades de navegação dinâmica em mapas, pesquisas, geração de buffers e impressão de mapas. Para a gestão dos conteúdos, o MapGuide inclui uma base de dados XML, que pode ser editada recorrendo à ferramenta **MapGuide Maestro**, a fim de permitir aos utilizadores a criação de sítios Web sem necessitar de produzir código fonte. O Maestro é uma ferramenta Web de autoria para a configuração de visualizadores Web com o objectivo de facilitar a gestão dos dados espaciais na plataforma. É uma aplicação desenvolvida em C# que, através de uma interface Web gráfica para o utilizador, permite a configuração de vários elementos do MapGuide Open Source, nomeadamente a definição das fontes de dados, dos temas e estilos (Figura 16), dos mapas e dos “layouts” (MapGuide, 2011).

O **Mapbender** é descrito como um *software* de gestão de geoportais para infra-estruturas de dados espaciais (IDE) (OSGeo, 2011d), que disponibiliza uma plataforma em ambiente Web desenvolvida em PHP, JavaScript e XML e componentes de visualização suportados em JQuery e OpenLayers, com a finalidade de publicar, registar, visualizar, monitorizar e garantir o acesso controlado a serviços compatíveis com as especificações OGC WMS e WFS. A plataforma inclui uma interface gráfica de administração que potencia a criação de aplicações sem necessidade de alterar código fonte, permitindo a configuração das propriedades e funcionalidades associadas aos serviços WMS e WFS a utilizar nas aplicações (Figura 17), a gestão dos utilizadores e grupos para definir os níveis de acesso, e a configuração dos elementos das aplicações que podem conter um ou mais mapas, botões de controlo, explorador de dados, legendas, entre outros elementos. De acordo com a documentação, o Mapbender pode ser utilizado para criar clientes “leves” específicos com um conjunto mínimo de funcionalidades simples de utilizar, assim como aplicações completas com controlo de acessos,

funcionalidades de digitalização com “snapping”, componentes para edição de metadados, entre muitas outras funcionalidades.

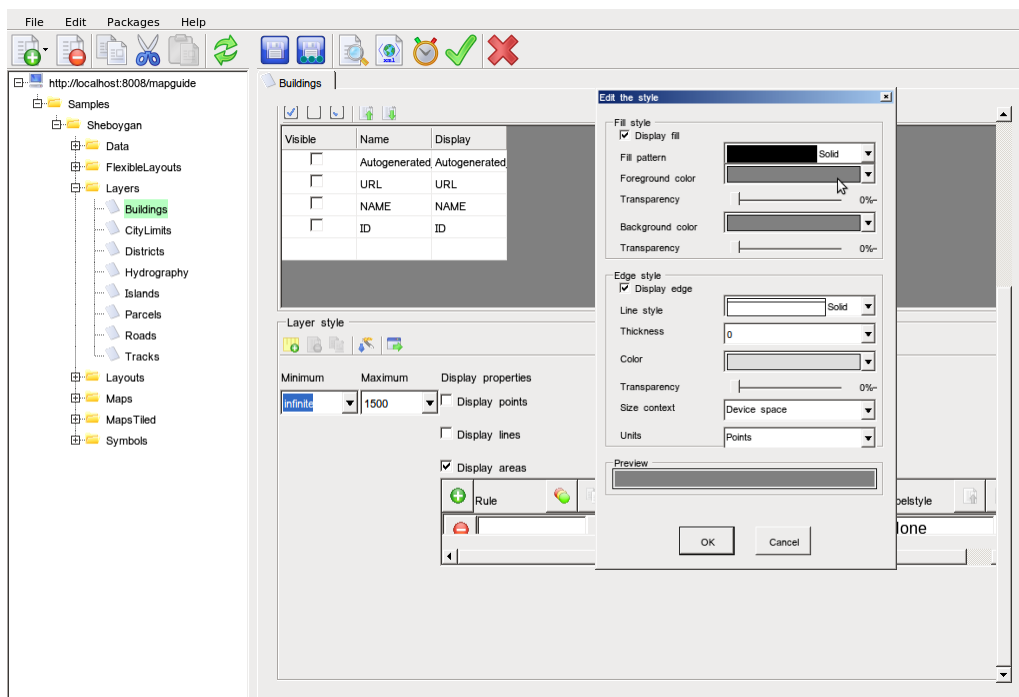


Figura 16 MapGuide Maestro – Definição de estilos de temas geográficos (OSGeo, 2011)

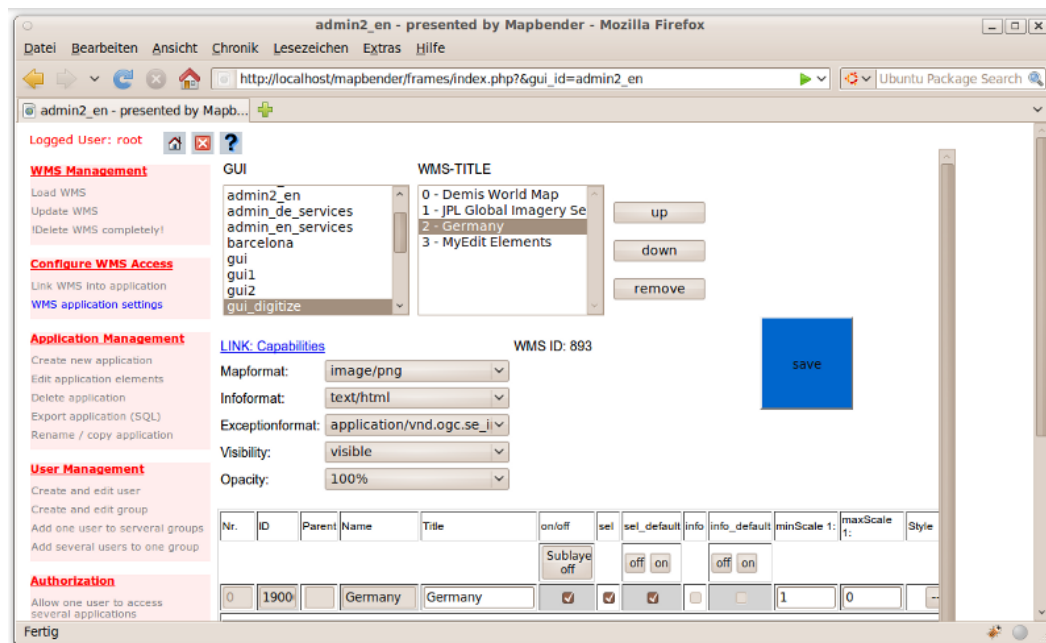


Figura 17 – Mapbender - Interface gráfica para a configuração de um serviço WMS

O **iGeoPortal** é um dos cinco produtos que compõe o projecto Deegree, sendo este o componente cliente para a visualização de dados geográficos através de um navegador Web (Figura 18). É caracterizado como uma implementação do lado do



cliente de serviços OGC WMS, sendo a sua configuração baseada em documentos de acordo com o esquema XML definido na especificação OGC Web Map Context (OSGeo, 2011b). Além da definição dos temas disponíveis no portal e dos seus recursos de acordo com a especificação OGC WMC, o documento XML permite a definição da estrutura e funcionalidades do portal, nomeadamente dos componentes da interface gráfica para o utilizador, das operações de navegação sobre o mapa da barra de ferramentas (aproximar, afastar, arrastar, imprimir, informação sobre elementos, carregar dados de WFS, etc.), controlo de temas visíveis, legendas, pesquisas, funcionalidades para digitalização de dados, entre outras.

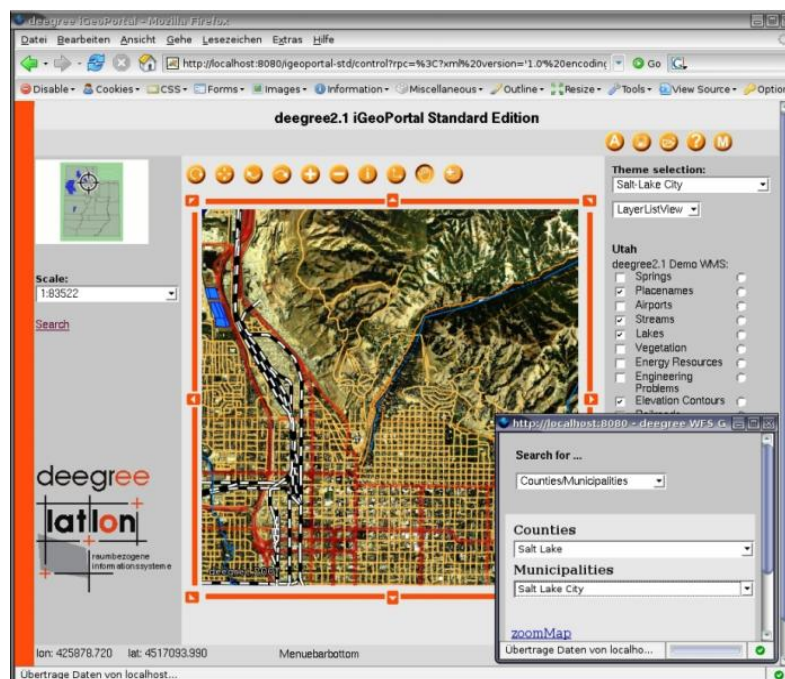


Figura 18 – iGeoPortal - Exemplo de um geoportal (OSGeo, 2011a)

O **Geomoose** é descrito como uma plataforma para a visualização de dados geográficos distribuídos, desenvolvida em JavaScript e HTML, o que permite a sua execução a partir de um servidor Web básico. Além da utilização como cliente básico para a visualização de mapas, esta plataforma disponibiliza um conjunto de serviços desenvolvidos em PHP que permitem a inclusão de funcionalidades de identificação, selecção e pesquisa de dados, assim como impressão em formato PDF. O Geomoose baseia-se em outros projectos de código aberto, nomeadamente o MapServer, OpenLayers e Dojo Toolkit. A configuração de uma aplicação Geomoose assenta num ficheiro XML denominado de “mapbook”, com uma estrutura que permite a configuração das fontes de dados dos mapas, dos temas, estilos, serviços e ferramentas da aplicação (Figura 19).

```

<configuration>
  <param name="mapserver_url">/cgi-bin/mapserv.exe</param>
  <param name="mapfile_root">/ms4w/apps/geomoose2/maps</param>
  <param name="projection">EPSG:26915</param>
  <param name="zoomto['Jump To:']"><![CDATA[
  {
    'Dakota County' : [521238.614537864,4924218.86673578,473921.947801381,4974430.36885032],
    'Parcel Data' : [497205.409367,4923984.423582,477595.805945,4941970.52988],
    'Full State of MN' : [189783.560000,4816309.330000,761653.524114,5472346.500000]
  }
  ]]></param>
  <param name="max_extent">189783.560000,4816309.330000,761653.524114,5472346.500000</param>
  <param name="initial_extent">497205.409367,4923984.423582,477595.805945,4941970.52988</param>
  <param name="layer_controls.up.on">>false</param>
  <param name="layer_controls.down.on">>false</param>
  <param name="layer_controls.legend.on">>false</param>
</configuration>

```

Figura 19 – Geomoose - Parte do ficheiro XML de configuração de uma aplicação (retirado de (Geomoose, 2011))

A plataforma **MapFish** inclui, além do componente servidor descrito no ponto anterior, uma componente para o desenvolvimento de aplicações cliente Web com funcionalidades espaciais. O cliente MapFish é uma ferramenta em JavaScript, baseada na agregação de outras bibliotecas, nomeadamente no OpenLayers para a componente relativa aos dados geográficos e no ExtJS e GeoExt para a parte da interface gráfica do utilizador. Adicionalmente, a componente cliente do MapFish inclui componentes específicos para interagir com os serviços Web de um servidor MapFish permitindo a realização de operações de criação, consulta, actualização e remoção de dados geográficos.

Além da existência de um leque alargado de ferramentas para o desenvolvimento de aplicações Web que incluem um visualizador de mapas, mas também para a construção de páginas Web para a consulta (alfanumérica e geográfica) e mesmo edição de dados espaciais, têm também vindo a crescer a disponibilização de ferramentas para a implementação de operações de geoprocessamento em ambiente Web com base nas especificações WPS do OGC. Dois projectos em desenvolvimento nesta área são o WPS da **52North** e o **PyWPS**. O primeiro é mantido pela 52North, uma rede de parceiros internacionais na área de investigação, indústria e administração pública fundada em 2004 pelo Institute for Geoinformatics of the University of Muenster. Os parceiros participam em comunidades com foco em temas comuns, como é exemplo o geoprocessamento (Figura 20). A comunidade de geoprocessamento tem como objectivo o desenvolvimento de serviços Web para a orquestração e execução de processos numa arquitectura orientada a serviços, para além de pesquisas inovadoras sobre análise espacial através de técnicas de processamento de dados espaciais. O WPS da 52North, desenvolvido em Java, permite a implementação de geoprocessamento na Web de forma padronizada, implementando a especificação do OGC e desenvolvida sobre bibliotecas robustas como JTS, Geotools, xmlBeans, servlet API e derby. O objectivo é criar uma estrutura extensível para a generalização do geoprocessamento na Web (52North, 2011).

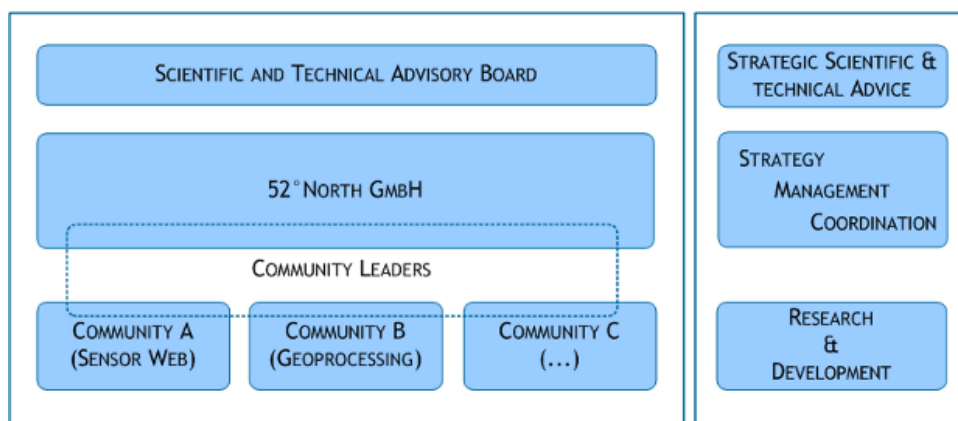


Figura 20 - Comunidades 52North (GmbH., 2011)

O segundo projecto, **PyWPS**, é uma outra implementação da especificação WPS do OGC. Está implementado em Python e foi desenvolvida com o intuito de facilitar as tarefas de quem pretende uma interface para fazer cálculos geográficos numa arquitectura orientada a serviços. O seu desenvolvimento teve início em Maio de 2006. O principal objectivo é oferecer um ambiente para programar funções geográficas ou módulos que poderão ser acedidos pelo público. O propósito inicial era dar suporte WPS ao SIG GRASS através de acesso fácil aos seus módulos (Jesus, 2010). A sua estrutura, apresentada na Figura 21, segue uma linha de orientação muito parecida com uma linha de produção de uma fábrica: é dada entrada de dados que serão processados e de acordo com o pedido seguirão caminhos diferentes.

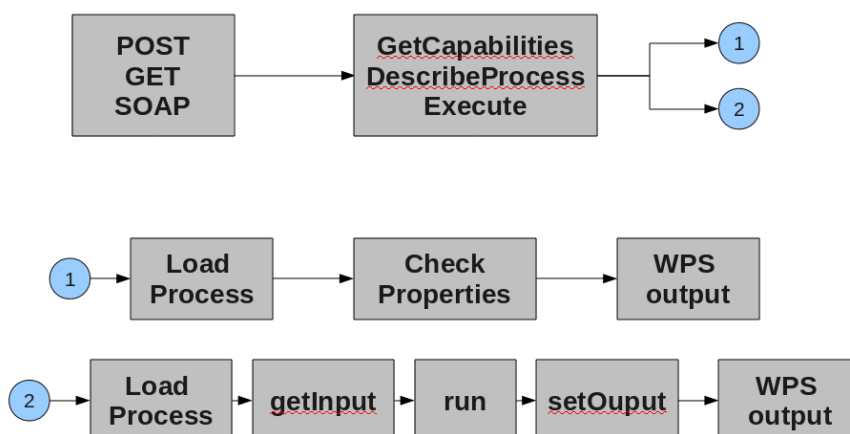


Figura 21 - Estrutura básica do PyWPS (Jesus, 2010)

### 3.3. Utilização das Tecnologias WebSIG

A recente crise económica tem levado a que organizações que até então apostaram na utilização de tecnologias proprietárias, tenham vindo a ponderar a utilização de novas tecnologias de código aberto, em particular as de utilização



gratuita (Point, 2011). Inclusivamente, no que se refere à administração portuguesa, e pela primeira vez na história das compras públicas, foi criado um catálogo nacional de compras públicas que inclui *software* de código aberto (ESOP, 2011).

Neste contexto, e com a finalidade de perceber e analisar o nível de utilização de tecnologias na publicação de informação geográfica na Web nas organizações, em particular no que se refere ao conhecimento e uso de tecnologias de código aberto, foi elaborado um questionário destinado a técnicos que habitualmente trabalham na área da informação geográfica.

### **3.3.1. Inquérito e Público-Alvo**

O inquérito elaborado no âmbito do presente trabalho foi estruturado em 15 perguntas (Anexo 2) que pretendem inquirir os participantes sobre questões relevantes referentes à utilização de tecnologias e experiências na publicação de informação geográfica na Web. O inquérito inclui questões para a caracterização do inquirido sobre os produtos SIG utilizados, as tarefas executadas e factores positivos e negativos que influenciam a utilização de *software* de código aberto, no sentido de tomar conhecimento da divulgação e nível de conhecimento de tecnologias de código aberto e sua utilização no desenvolvimento de projectos que englobem sistemas de informação geográficos disponíveis *online*.

Para a realização do inquérito, optou-se pela utilização de ferramentas disponíveis na Web, tendo-se seleccionado o 'Google Docs'. Com base nesta ferramenta, foi criado o questionário *online*, e divulgado pelo público-alvo. A utilização deste recurso *online*, permitiu acompanhar a taxa de adesão em tempo real e analisar as respostas através de diferentes meios, como por exemplo, através da visualização de gráficos gerados a partir das respostas submetidas. A divulgação do questionário foi realizada por correio electrónico, com especial incidência nos técnicos de câmaras municipais da região norte com funções na área dos SIG.

### **3.3.2. Análise das Respostas**

Durante o período entre 17 de Agosto e 12 de Setembro 2010 foram obtidas 21 respostas que, apesar de não constituir uma amostra alargada, podem ser utilizadas para efectuar uma primeira abordagem no sentido de construir um resumo da utilização de diversas ferramentas/tecnologias e identificar/caracterizar o perfil dos utilizadores de ferramentas ligadas à publicação de informação geográfica na Web, no que diz respeito ao tipo de tarefas executadas, conhecimento e utilização de ferramentas, assim como na opinião sobre vantagens e desvantagens da utilização de tecnologias código aberto.

No que se refere à faixa etária, constata-se que mais de 50% dos inquiridos encontram-se entre os 30 e os 40 anos (Figura 22), com experiência na área dos

sistemas de informação geográfica, predominantemente no intervalo de 2 a 10 anos, com 33% de 2 a 5 anos e 38% de 5 a 10 anos (Figura 23)

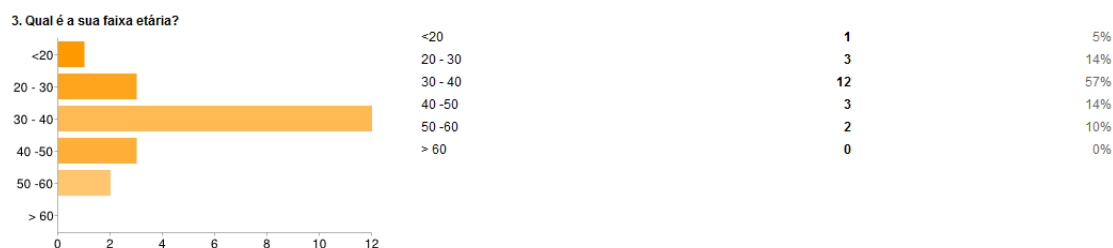


Figura 22 – Inquérito - Faixa etária

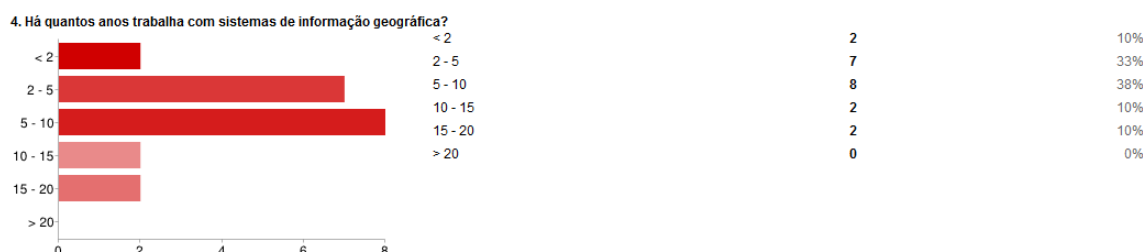


Figura 23 - Inquérito - Experiência em SIG

Quando questionados sobre a empresa dos produtos que mais utilizam (Figura 24), sobressaem os produtos ESRI, indicados por 86% dos inquiridos, evidenciando uma forte implantação das tecnologias proprietárias desta empresa. Relativamente a esta questão é de destacar que a utilização de produtos de código aberto surge em segundo lugar na escolha, com 38% dos técnicos a indicarem a sua utilização.



Figura 24 - Inquérito - Utilização de tecnologias

A questão seguinte serviu para tomar conhecimento das tarefas mais relevantes efectuadas pelos técnicos (Figura 25). As tarefas como o tratamento de cartografia, a georreferenciação e a análise de dados são executadas pela esmagadora maioria dos técnicos (mais de 80%), seguidas da gestão de bases de dados (71%). No que se refere à publicação de dados na Internet/Intranet, tarefa directamente ligada ao objectivo do presente trabalho, constata-se que é referenciada por um número limitado de técnicos, com 29% dos inquiridos a seleccionar esta opção. Também indicado pelos inquiridos estão tarefas como a topografia, a criação de atributos, o geoprocessamento e análise espacial, a aquisição de dados no terreno e a fotointerpretação.

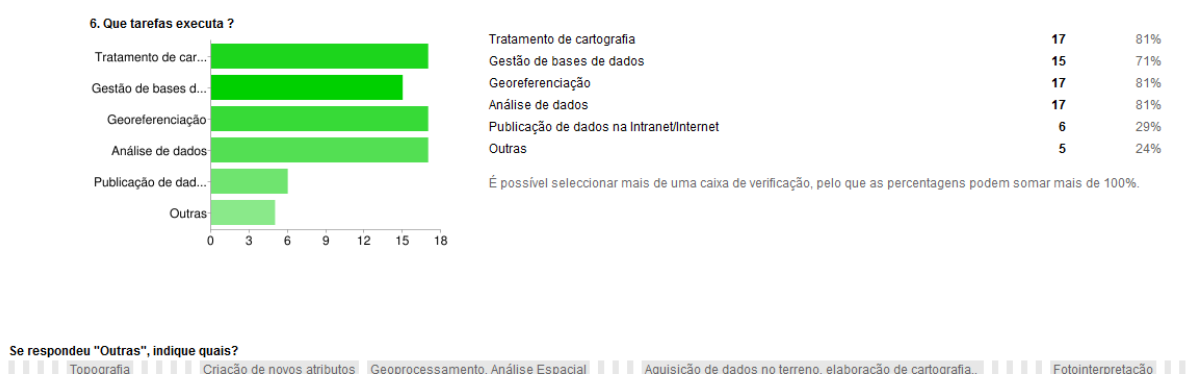


Figura 25 - Inquérito - Tarefas executadas

Quando inquiridos sobre se a organização disponibiliza informação geográfica através da internet, em particular se a organização disponibiliza algum tipo de geoportal, 57% dos inquiridos responderam afirmativamente, sendo que 43% responderam em sentido contrário.

A responsabilidade pela implementação destes geoportais dentro da organização recai 48% em técnicos da área de SIG, 38% em técnicos de informática e 19% em outros, sendo apontadas empresas externas (Figura 26).

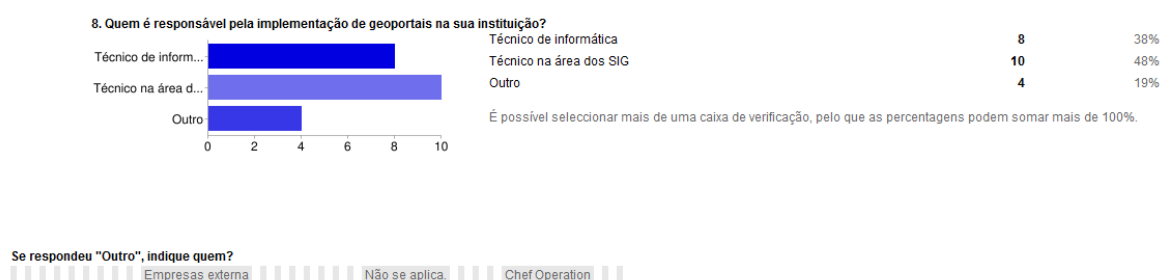


Figura 26 - Inquérito - Responsáveis pela implementação de GeoPortais

A tecnologia utilizada para a implementação de geoportais, recai primordialmente em produtos ESRI com 71% (Figura 27), confirmando as respostas obtidas no âmbito da pergunta sobre os produtos mais utilizados. Apesar da amostra de respostas poder ser considerada pequena, é de referir que os produtos de código aberto aparecem em segundo lugar na escolha dos inquiridos, com 14% das respostas dadas.

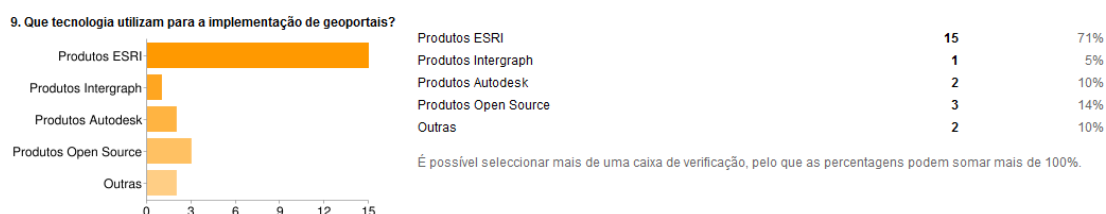


Figura 27 - Inquérito - Tecnologias utilizadas para a implementação de GeoPortais

A questão seguinte pretende averiguar o nível de utilização de tecnologias de código aberto usadas no contexto da actividade profissional, quer presentemente, quer no passado, pelos inquiridos. De entre a lista de tecnologias apresentadas para selecção no questionário, a API do Google Maps está presente em 57% das respostas, seguida do SIG desktop Quantum GIS seleccionado em 43% das respostas. No geral, todas as tecnologias apresentadas já foram utilizadas nas actividades profissionais de um número limitado dos inquiridos, com a excepção do SIG desktop Jump. Os inquiridos apresentaram ainda uma tecnologia não referenciada na lista, o SIG desktop KOSMO (Figura 28).

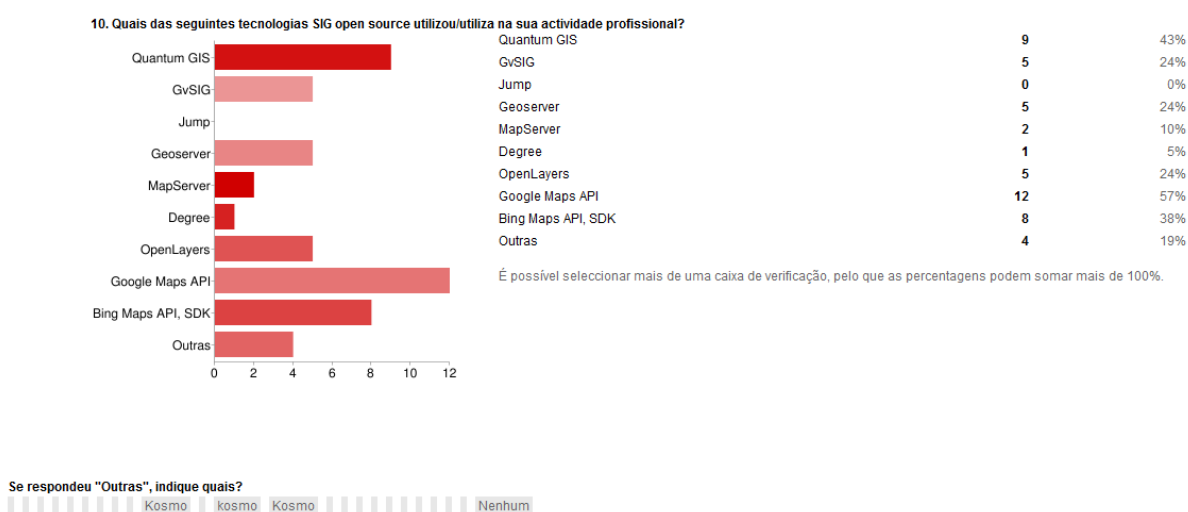


Figura 28 - Inquérito - Tecnologias de código aberto utilizadas na actividade profissional

As duas questões seguintes centraram-se na identificação dos factores que podem influenciar positivamente ou negativamente a utilização de *software* de código aberto. Assim, uma primeira questão consistiu na selecção dos factores de uma lista pré-definida, que podem ser considerados vantajosos na utilização deste tipo de *software*, com o intuito de perceber qual a opinião dos inquiridos sobre cada uma destas pretensas vantagens (Figura 29).

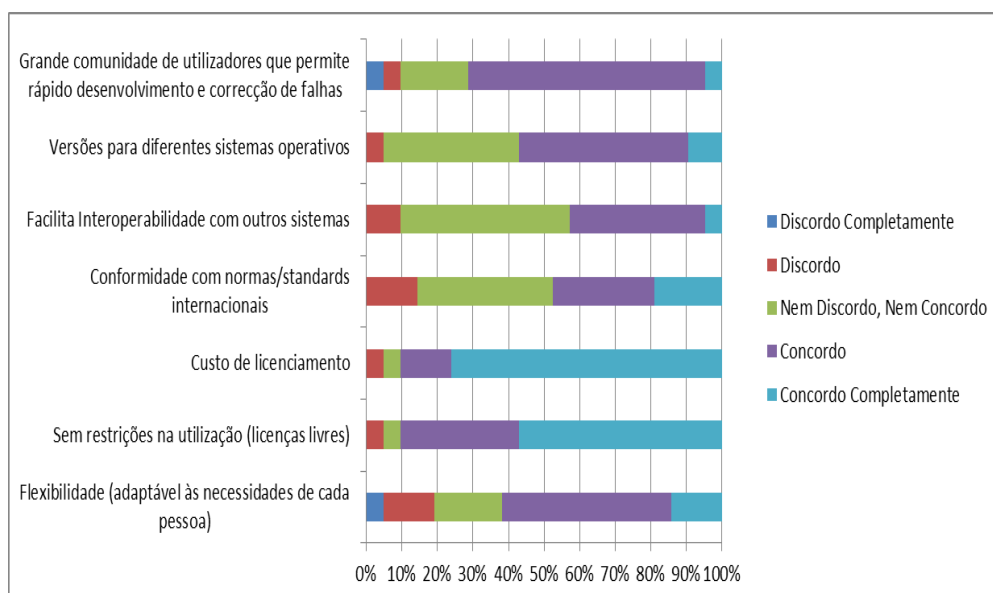


Figura 29 - Inquérito - Identificação dos factores considerados vantajosos na utilização de *software* de código aberto.

Da lista de factores a favor da utilização de *software* de código aberto com maior concordância por parte dos inquiridos, sobressai o custo de licenciamento com 90% de concordância, e o facto de não existir restrição de utilização também com 90% de inquiridos a concordarem, seguindo a flexibilidade/adaptação às necessidades do utilizador com 62% a concordar. Relativamente à concordância com as normas ou especificações internacionais, e talvez por desconhecimento, 38% não têm opinião formada, havendo 14% a discordarem. Contudo 48% concordam que se pode considerar vantajoso. A facilidade de interoperabilidade com outros sistemas foi respondida principalmente sem opinião formada, 48%, existindo 43% de inquiridos a concordarem com esta vantagem. A existência de versões para diferentes sistemas operativos, obteve a concordância da maioria dos inquiridos, cerca de 58%, enquanto 38% evidenciaram não terem opinião. A existência de uma grande comunidade de utilizadores que permite o rápido desenvolvimento e correcção de falhas é considerada por 72% das respostas como uma vantagem á qual foi dada a concordância.

A segunda questão sobre a utilização de *software* de código aberto aborda os factores que poderão ser considerados como desvantagens na utilização deste tipo de tecnologia (Figura 30).

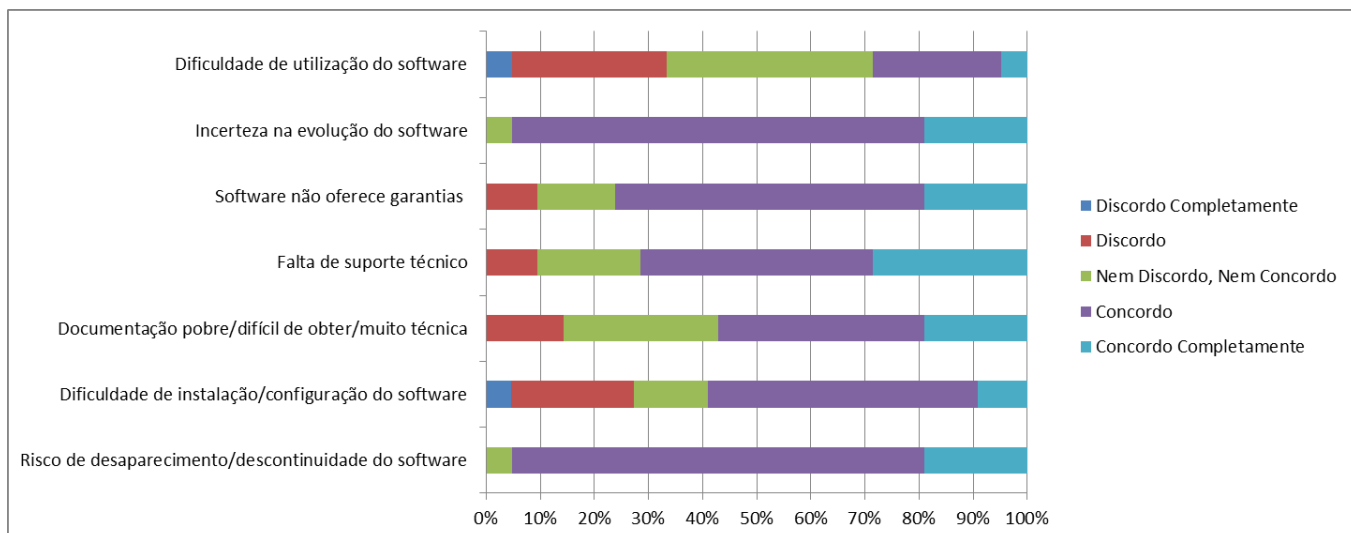


Figura 30 - Inquérito - Identificação dos factores que poderão ser considerados desvantagens na utilização de *software* de código aberto

Da análise das respostas obtidas, constata-se que são apontados como principais factores desfavoráveis à utilização de tecnologias de código aberto o risco de desaparecimento ou descontinuidade do *software* e a incerteza na evolução do *software*, com 95% dos inquiridos a concordarem nos dois casos. A dificuldade de instalação/configuração não foi tão consensual como os factores anteriores, uma vez que 24% discordaram da afirmação e 5% discordaram completamente, existindo contudo 52% que concordaram e 10% que concordaram completamente. O factor relativo à documentação ser pobre, sem especificações detalhadas, muito técnica e difícil de obter apresenta respostas com 14% de discordância e uma grande percentagem de respostas sem opinião, 29%, evidenciando contudo que 38% dos inquiridos concordam e 19% concordam completamente que se trata de uma desvantagem. Sobre a falta de suporte técnico, 10% discordam, 19% não têm opinião, 43% concordam e 29% concordam completamente. A questão referente a que ‘o *software* não oferece garantias’ obteve a maioria da concordância com 76% a concordar com esta afirmação, em que 14% não tem opinião e apenas 10% discordam. O factor seguinte sobre ‘Dificuldade de utilização do *software*’, não foi tão consensual, pois as respostas repartiram-se quer pela concordância quer pela discordância o que poderá apontar para conhecimentos diversos dos mesmos sistemas com 34% a discordarem da afirmação, 38% sem opinião e apenas 29% a concordar.

As três últimas questões colocadas aos inquiridos centraram-se no âmbito da implementação de geoportais com recurso a tecnologias de código aberto. Neste contexto, 38% dos inquiridos afirmam que já experimentaram alguma tecnologia de código aberto para a implementação de geoportais, quer na sua actividade profissional, quer fora desta.

No que se refere às tecnologias de código aberto utilizadas para a implementação de GeoPortais (Figura 31), as opções dos inquiridos recaem, maioritariamente, sobre servidores de mapas, com 57% para o Mapserver e 43% para o Geoserver, seguidos de bibliotecas para o desenvolvimento de clientes WebSIG, com 43% para a API do Google Maps, e 29% para a biblioteca OpenLayers e API do Bing.

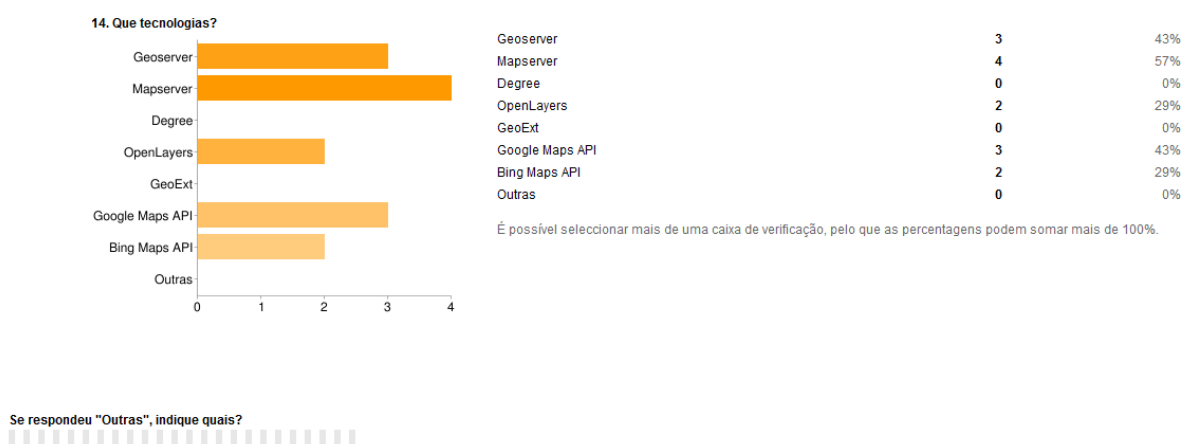


Figura 31 - Inquérito - Tecnologias utilizadas na construção de GeoPortais

Por último, foi colocada uma questão sobre os factores que dificultam a utilização de tecnologias de código aberto para a implementação de geoportais (Figura 32). De entre os factores mencionados, a necessidade de conhecimentos de programação é considerado um dos factores que mais interfere na utilização deste tipo de tecnologias (67% das respostas), seguido da falta de suporte técnico (52%), falta de documentação ou tutoriais (48%), a aceitação por parte dos responsáveis da informática na organização (48%) e a inexistência de uma interface gráfica para a configuração do portal (38%).

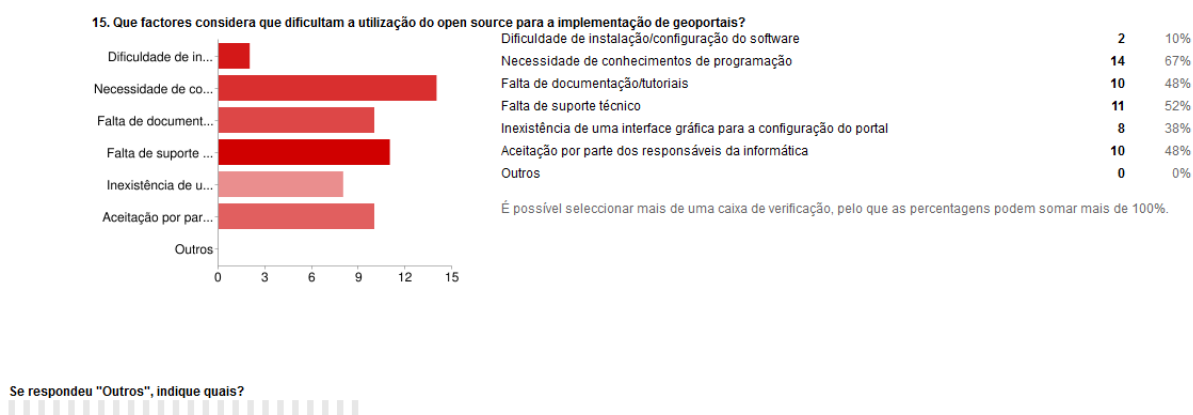


Figura 32 - Inquérito - Factores que dificultam a utilização de tecnologias de código aberto

Da análise do inquérito, sobressai que a criação de aplicações WebSIG para publicação de informação geográfica na Web através de tecnologias de código aberto ainda não tem uma expressão significativa junto de instituições de carácter público. Contudo, a existência de conhecimentos deste tipo de tecnologias e a experimentação levada a cabo por parte dos inquiridos, mostra o interesse destes técnicos para a utilização deste tipo de tecnologias. O facto de se tratarem, maioritariamente de técnicos com experiências significativas na área da informação geográfica poderá influenciar as tomadas de decisões futuras relativamente ao uso de tecnologias de código aberto, o que poderá indicar uma aproximação ao paradigma voltado para a utilização de tecnologias que permitam a redução significativa de custos de licenças de utilização e desenvolvimento de *software*.

### 3.4. Síntese

O interesse em *software* de código aberto tem vindo a crescer nos últimos anos. No contexto específico do *software* SIG e da revisão sumária efectuada no âmbito deste projecto, verifica-se que é possível encontrar uma gama alargada de tecnologias, que abrangem desde o armazenamento de dados e servidores até ao desenvolvimento de aplicações desktop, móveis e Web, com um nível elevado de maturidade, aperfeiçoamento, especialização, estabilidade, usabilidade e robustez, comparáveis a muitos produtos proprietários, características que as tornam ferramentas apropriadas para o desenvolvimento de soluções reais. Um dos indicadores do sucesso destas tecnologias é o crescimento de casos reais de aplicação referenciados nas páginas dos projectos, associado a comunidades colaborativas e activas de um número crescente de utilizadores a nível internacional.

Por outro lado, se considerarmos as respostas obtidas no inquérito realizado no âmbito do presente trabalho, constata-se que prevalece a opção por soluções proprietárias no desenvolvimento de geoportais, sendo apontado como principal dificuldade na utilização de tecnologias de código aberto a necessidade de conhecimentos de programação. Este nível de resposta poderá estar relacionado com o facto de o inquérito também apontar para que o desenvolvimento de geoportais é principalmente responsabilidade de técnicos SIG, que não têm, regra geral, formação de base na área da programação. Com efeito, no levantamento das tecnologias cliente de código aberto para a implementação de geoportais, sobressai que os processos de desenvolvimento requerem, na grande maioria, competências na área da informática, envolvendo a escrita de código fonte ou a criação de ficheiros com uma estrutura XML, sendo muito reduzido o numero de projectos que englobam ferramentas e interfaces gráficas de desenvolvimento. Assim, uma razão que pode explicar a opção por tecnologias proprietárias no desenvolvimento de aplicações WebSIG poderá estar relacionada com a existência de ferramentas gráficas para o utilizador que permitem a criação de aplicações sem necessidade de



escrever código fonte ou ficheiros em formatos específicos. Neste contexto, o desenvolvimento de interfaces gráficas para facilitar a configuração de aplicações cliente WebSIG de uma forma amigável assume-se como uma área com potencial interesse para facilitar a utilização e adopção das tecnologias de código aberto pelos técnicos SIG.



## **4. GeoWebConfig – Protótipo para a Visualização de Informação Geográfica na Web**

O objectivo deste capítulo centra-se na descrição das fases que compreenderam o planeamento e desenvolvimento do protótipo de um configurador de clientes para visualização de informação geográfica na Web, denominado no âmbito deste projecto de 'GeoWebConfig'. Inicialmente é feita a identificação de requisitos do protótipo, seguida da descrição da arquitectura do sistema utilizada na fase seguinte de implementação onde se descreve a preparação de dados, o desenvolvimento do protótipo e a descrição das funcionalidades implementadas.

### **4.1. Identificação de Requisitos do Protótipo**

Durante a fase de planeamento teve-se em atenção a identificação dos requisitos funcionais e não funcionais do protótipo a desenvolver. Através dos requisitos funcionais definem-se as funcionalidades que se pretendem para o protótipo, tendo-se optado pela utilização da linguagem de modelação Unified Modeling Language (UML) para uma melhor compreensão do âmbito das funcionalidades descritas nos pontos que se seguem, nomeadamente os papéis dos diferentes actores e as actividades em que estão envolvidos. Os requisitos não funcionais identificam, de modo geral, as capacidades e limites que se pretende que balizem o desenvolvimento do protótipo.

#### 4.1.1. Requisitos Funcionais

Na fase de identificação de requisitos funcionais do protótipo a desenvolver, considerou-se o desenvolvimento de aplicações WebSIG que incluíssem funcionalidades para a visualização de mapas e respectivas operações de navegação, assim como funcionalidades de pesquisa de dados com base em condições geográficas e alfanuméricas, funcionalidades estas que cobrem unicamente uma parte das potencialidades dos SIG. Contudo considera-se que esta opção não invalida o trabalho de desenvolvimento, uma vez que este conjunto de funcionalidades representa as operações básicas e mais comuns na implementação deste tipo de soluções, sendo possível a sua extensão no futuro através da inclusão de novos módulos.

O sistema a desenvolver tem como objectivo oferecer um ambiente para a configuração de visualizadores de informação geográfica, permitindo a definição da estrutura de clientes WebSIG e o acesso pelos utilizadores finais aos temas definidos. Assim, o protótipo deverá incluir dois níveis de utilização: o nível de administração com funcionalidades para desenhar a estrutura do geovisualizador e publicá-lo, e o nível para os utilizadores finais habilitados pelo administrador para utilizar os geovisualizadores configurados. Estes dois níveis correspondem a duas fases distintas de interacção com o protótipo:

- A fase de configuração do sistema, onde será possível definir os temas de informação geográfica disponíveis para os utilizadores finais e quais as ferramentas que estarão acessíveis para manipulação da informação contida nos temas, disponibilizando ainda, ferramentas para pesquisas geográficas e alfanuméricas sobre esses dados.
- A segunda fase será a da utilização do cliente WebSIG pelos utilizadores finais, permitindo a visualização da informação geográfica e a utilização das ferramentas configuradas pelo administrador do sistema.

De acordo com esta estrutura geral do protótipo a desenvolver, os requisitos globais definidos para o sistema são os seguintes:

- O sistema será composto por um módulo de configuração e um módulo de acesso aos geovisualizadores configurados;
- O utilizador deve ser autenticado para aceder ao sistema;
- Os perfis de utilizadores correspondem ao administrador e ao utilizador (visualizador);
- As funcionalidades a que tem acesso o utilizador depende do seu perfil;
- O sistema deve permitir que o administrador adicione novos utilizadores (do tipo visualizador), através de um registo em ficheiro próprio;
- O perfil de administrador permite executar as operações de configuração de geovisualizadores;

- O perfil de utilizador (visualizador) permite o acesso a um geovisualizador com funcionalidades configuradas pelo administrador para esse utilizador;
- O utilizador (visualizador) poderá realizar as seguintes operações:
  - Alterar a visibilidade e opacidade dos temas disponíveis;
  - Utilizar as ferramentas de navegação sobre mapas definidas pelo administrador (aproximar, afastar, etc.);
  - Realizar pesquisas alfanuméricas sobre determinados temas, sendo possível realizar uma pesquisa básica através de um painel que permitirá definir o tema a pesquisar, o campo, o operador e a condição da pesquisa, ou uma pesquisa mais avançada escolhendo o tema pretendido e definindo a condição através da escrita de uma expressão, sendo apresentada uma lista com os elementos geográficos que verificam os critérios indicados;
  - Obter informação dos elementos geográficos para determinados temas através de um clique sobre o mapa.
- O módulo de configuração de geovisualizadores do administrador consiste num conjunto de ferramentas que permitem a criação e edição de configurações de visualizadores e a sua gravação para serem utilizadas pelos utilizadores (visualizadores) e inclui operações para a definição e configuração dos temas visualizáveis, das ferramentas de navegação sobre o mapa e das pesquisas alfanuméricas e geográficas a disponibilizar em cada geovisualizador;
- Para a configuração dos temas a incluir em cada geovisualizador, o administrador terá possibilidade de adicionar dois tipos de temas: temas base que servem unicamente de cartografia de referência e outros temas obtidos de serviços WMS e WFS. O sistema possibilitará ao administrador adicionar temas ao mapa através da sua escolha de uma lista de temas pré-configurados ou através da selecção de um tema de um servidor de mapas cujo endereço é indicado pelo utilizador. O sistema permitirá a organização dos temas através da criação de pastas e a remoção quer dos temas adicionados, quer das pastas;
- Ao escolher a inserção de um tema obtido de um serviço WMS ou WFS, o sistema deverá permitir configurar diversos aspectos gráficos, incluindo: a visibilidade; a opacidade; o intervalo de escalas para os quais o tema é visível; a legenda a utilizar, podendo ser escolhida das disponíveis no servidor ou definida manualmente no formato SLD; se permite realizar pesquisas geográficas através de um clique sobre o mapa, sendo neste caso necessário indicar o campo do tema para a apresentação dos elementos seleccionados e qual o formato de apresentação do resultado recorrendo a um editor HTML; e ainda se é possível realizar pesquisas alfanuméricas sendo necessário indicar os campos pesquisáveis;

- O sistema terá uma lista de ferramentas pré-configuradas de interacção com o mapa que poderão ser disponibilizadas pelo administrador para utilização pelos utilizadores finais.
- O sistema deverá permitir ao administrador guardar todas as configurações realizadas e associá-las a um determinado utilizador (visualizador).

Com base nas características mencionadas anteriormente, efectuou-se a modelação dos requisitos funcionais com recurso à linguagem de modelação UML, que permite uma descrição pormenorizada das funcionalidades que se pretendem desenvolver através da utilização de diversos diagramas, entre os quais, o diagrama de casos de uso, os diagramas de actividade e os diagramas de sequência.

No caso do presente projecto, e de acordo com os requisitos identificados, foram elaborados os casos de uso do sistema a desenvolver e respectivo diagrama de actividade e diagrama de sequência, que se encontram descritos no anexo 1. A (Figura 33) apresenta o diagrama de casos de uso para os actores identificados neste projecto com as actividades que podem realizar, nomeadamente, registar utilizadores, verificar informações do mapa, fazer pesquisas, configurar WFS, entre outras (figura 33).

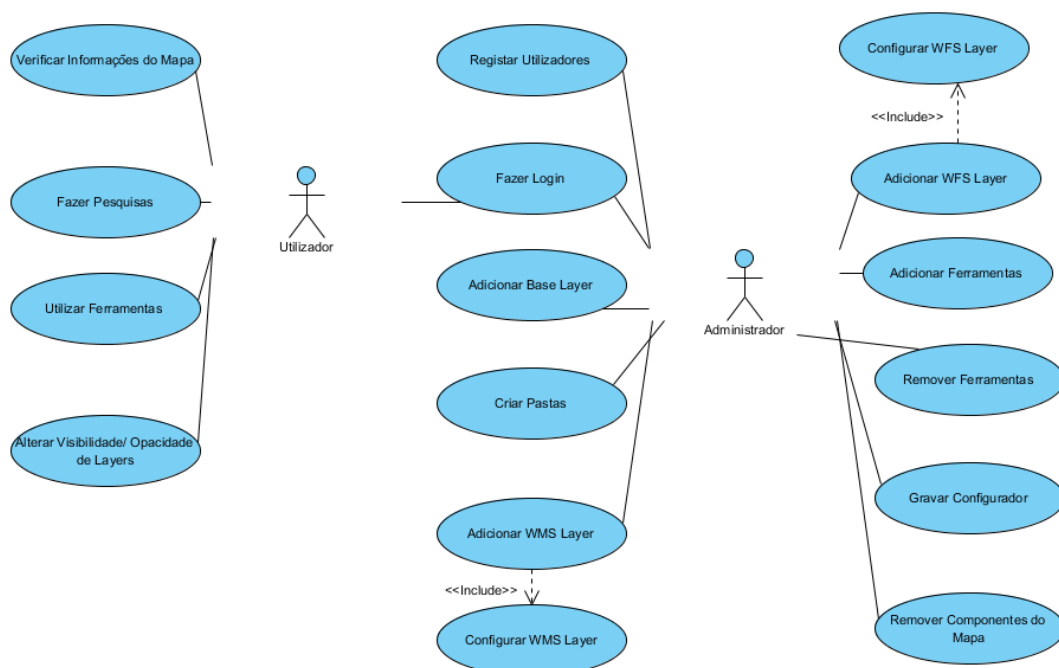


Figura 33 - Diagrama de Casos de Uso

### 4.1.2. Requisitos Não Funcionais

Primordialmente, e uma vez que se projecta um protótipo que vá de encontro a necessidades de utilizadores com poucos conhecimentos específicos na área dos SIG, a identificação de requisitos não funcionais tem uma importância mais destacada. As formalidades da qualidade da aplicação podem ser definidas através da identificação de requisitos não funcionais (Umar and Naeem Ahmed, 2011).

Segundo (Cleland-Huang et al., 2007) os requisitos não funcionais descrevem limitações e comportamentos muito importantes no desenvolvimento de aplicações. São eles que especificam qualidades como a segurança e o desempenho, a disponibilidade, a extensibilidade e portabilidade. Segundo os autores, esta identificação de requisitos não funcionais é quase geralmente esquecida ou feita tardiamente e de forma ad-hoc, o que leva a concluir que este tipo de requisitos devem ser implicitamente entendidos e aceites pelos interessados, quando deveriam ser discutidos o mais cedo e profundamente possível.

Como se pretende desenvolver um protótipo que facilite a sua utilização por utentes sem ou com poucos conhecimentos prévios de aplicações deste tipo, chegou-se à identificação dos seguintes requisitos não funcionais:

- **Facilidade de Uso** – a interface do protótipo deve facilitar a sua utilização sem que seja necessária a introdução de qualquer tipo de informação complexa.
- **Interoperabilidade** – o sistema deve conseguir entender dados de diversas fontes, em especial em ligações a servidores WMS e WFS respeitando especificações OGC.
- **Extensibilidade** – o sistema, ao ser desenvolvido por módulos deverá ser facilmente adaptado para a inclusão de novas funcionalidades.
- **Usabilidade** – os módulos desenvolvidos devem ter a possibilidade de ser reutilizados em diferentes aplicações.
- **Portabilidade** – o sistema deverá ser o mais independente possível de plataformas específicas para permitir uma ampla acessibilidade a um vasto leque de públicos.
- **Custo** – o sistema deve ser desenvolvido com base em tecnologias com custos baixos ou nulos de licenciamento.

## 4.2. Arquitectura do Protótipo

No sentido de permitir o processo de desenvolvimento do configurador de clientes para a interacção com informação geográfica e de desenvolver competências na área dos WebSIG, efectuou-se a configuração de uma plataforma que incluísse todos os componentes necessários para o desenvolvimento do

protótipo, nomeadamente os componentes referentes ao armazenamento de dados, servidor cartográfico e visualização de informação geográfica do lado do cliente.

A plataforma WebSIG desenvolvida de suporte aos trabalhos assenta numa arquitectura cliente/servidor multicamadas, com camadas para o armazenamento de dados, acesso aos dados e de apresentação. A camada de armazenamento de dados inclui a base de dados para armazenar os dados a utilizar nos testes do protótipo. A camada de acesso compreende as funcionalidades de acesso e processamento dos dados. Por último, a camada de apresentação é responsável pela interacção com o utilizador e integra componentes para criar uma interface gráfica acessível através de um navegador Web (ou browser) para a visualização e manipulação dos dados. A Figura 34 apresenta o esquema geral da arquitectura do sistema implementada para suportar o desenvolvimento do protótipo para a configuração de visualizadores de informação geográfica na Web.

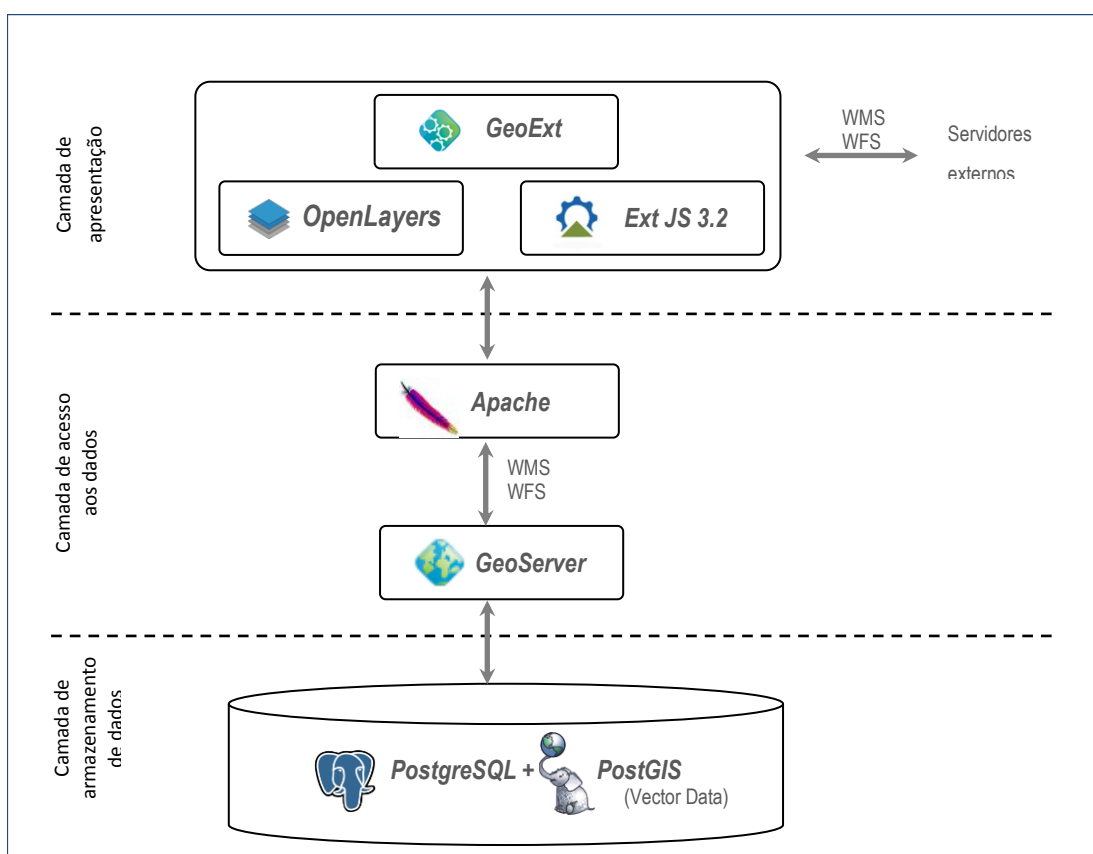


Figura 34 - Esquema da arquitectura do protótipo

Definida a arquitectura do sistema de apoio ao desenvolvimento do protótipo, procedeu-se à selecção das tecnologias com as funcionalidades adequadas ao trabalho a desenvolver do conjunto de soluções analisadas no ponto 3.2 do capítulo 3. No processo de selecção foram considerados vários factores, como a existência das funcionalidades necessárias ao sistema, o tipo de licenciamento com



preferência para tecnologias de código aberto, a compatibilidade com as especificações OGC, a facilidade de instalação e configuração, a existência de recursos de suporte, como documentação, exemplos da aplicação e a dimensão da comunidade de utilizadores.

No que se refere à camada de armazenamento de dados, a opção recaiu sobre o PostgreSQL com a extensão PostGIS como sistema de gestão de bases de dados geográficos para o armazenamento de dados a utilizar no desenvolvimento e testes do protótipo desenvolvido. Esta escolha deveu-se às funcionalidades e facilidade com que se pode integrar dados de diferentes fontes e à existência de uma ferramenta de apoio à manipulação das bases de dados (pgAdmin III), que permite a criação e consulta das tabelas, assim como a importação de dados através de uma interface gráfica.

Para o nível da camada de acesso aos dados, procedeu-se à escolha do servidor cartográfico que mais se adequaria a este projecto. De entre as soluções analisadas no capítulo anterior e que cumpriam com o requisito mínimo de serem compatíveis com as especificações WMS e WFS da OGS, optou-se pelo GeoServer pelo facto de este oferecer uma interface gráfica simples para a configuração dos temas a publicar. Além disso, o GeoServer tem a particularidade de suportar funcionalidades para a configuração de serviços WFS transaccional e WPS, que apesar de não estarem previstas a sua utilização neste projecto, são possibilidades a acrescentar num trabalho futuro de aperfeiçoamento deste tipo de ferramentas. Como servidor HTTP, seleccionou-se o Apache por ser um dos servidores com mais popularidade e apresentar um processo fácil de configuração e instalação.

Para a camada de apresentação para a criação de visualizadores de informação geográfica, foi escolhida a biblioteca OpenLayers para a implementação da componente referente aos mapas e as bibliotecas ExtJS e GeoExt para a construção da interface gráfica. O facto de estas bibliotecas estarem implementadas exclusivamente em JavaScript, possibilita que toda a aplicação execute no lado do cliente, permitindo o desenvolvimento de um protótipo com um nível de independência elevado relativamente às tecnologias utilizadas no servidor.

### **4.3. Implementação**

A implementação do protótipo ocorreu em três fases, duas delas referentes à preparação de informação de teste e uma terceira relativa ao desenvolvimento do configurador. Assim, começou-se pela identificação da informação de teste e importação na base de dados seleccionada, seguida da publicação da informação no servidor cartográfico para o acesso aos dados através de serviços WMS e WFS. Terminada a configuração da componente do lado do servidor, iniciaram-se os trabalhos de desenvolvimento, incluindo testes de funcionalidades, que culminaram

na implementação de um protótipo que permite a configuração de visualizadores de informação geográfica que são executados do lado de cliente.

### 4.3.1. Preparação da Informação na Base de Dados

Depois de feita a escolha do sistema de gestão de base de dados (PostgreSQL), que serviu de suporte à publicação de informação geográfica que poderá ser utilizada para os testes da aplicação final, foi pesquisada e recolhida alguma informação geográfica no formato de *shapefile*, tendo-se optado por dados disponíveis na página do Instituto Geográfico Português referentes a limites administrativos, nomeadamente a *shapefile* da Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) para Portugal Continental.

O procedimento de importação da *shapefile* da CAOP foi executado recorrendo à ferramenta de importação existente no utilitário pgAdmin III através de uma interface gráfica onde é necessário definir a *shapefile* a importar, especificar os parâmetros para a ligação ao sistema de gestão de base de dados geográficos, indicar a base de dados onde será colocada a informação a importar da *shapefile*, o sistema de coordenadas, o nome da tabela e da coluna geométrica, e ainda especificar nas opções a codificação de caracteres dos dados. Por fim, após ser executada a operação de importação, é criada a tabela e feita a importação dos dados. A Figura 35 apresenta-se a interface gráfica utilizada na importação dos dados relativos à CAOP do ano de 2010, disponíveis na página do Instituto Geográfico Português.

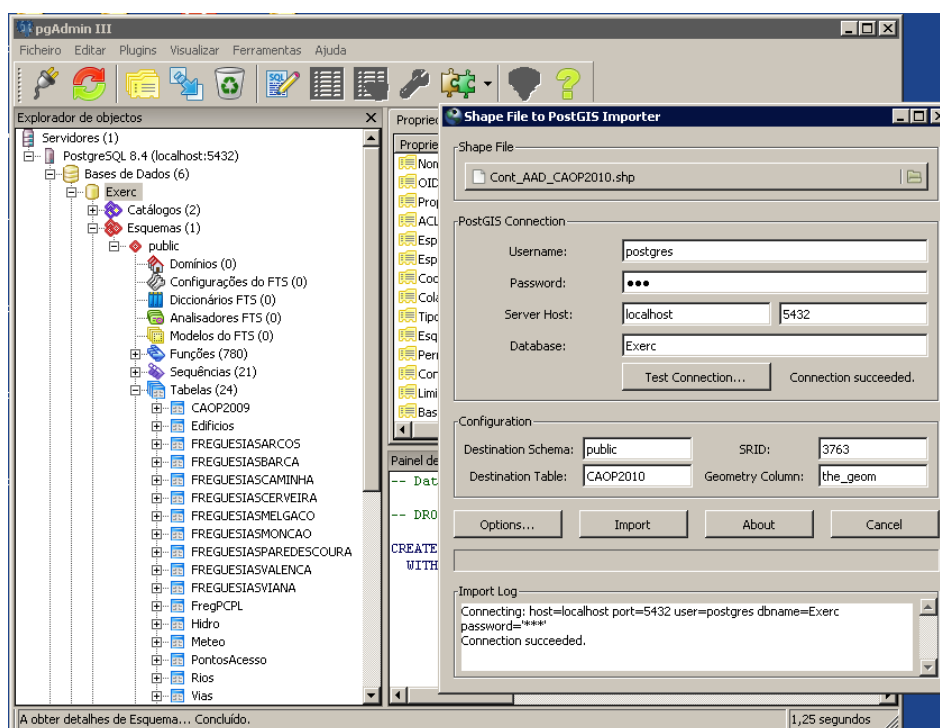


Figura 35 - Importação de shapefile para a base de dados

### 4.3.2. Publicação da Informação Geográfica no Servidor de Mapas

Uma vez concluída a importação de dados geográficos para a base de dados, torna-se necessário proceder à sua publicação no servidor cartográfico escolhido, neste caso o GeoServer. O GeoServer tem uma interface gráfica para o utilizador, acessível a partir de um navegador Web que, uma vez iniciada, permite configurar e visualizar os temas geográficos publicados através dos serviços WMS e WFS. Esta interface apresenta várias funcionalidades para a gestão do servidor cartográfico, incluindo a definição da origem dos dados, dos serviços disponíveis, dos temas e sua simbologia, o controlo de acesso, entre outros.

Dado que o acesso a informação geográfica é necessário para as tarefas de desenvolvimento e a realização de testes de implementação, decidiu-se proceder à publicação de informação geográfica de teste para apoiar a fase seguinte de programação do configurador. Assim, executaram-se os procedimentos necessários ao efeito, tendo sido necessário criar um espaço de trabalho, uma ligação à base de dados geográficos, configurar os temas a publicar (Figura 36), agrupá-los, se necessário, criar estilos no formato SLD e especificar o estilo associado a cada tema por defeito. Os passos descritos são facilmente configuráveis, bastando para tal seguir as instruções fornecidas pela interface gráfica do Geoserver, que permite fazer uma pré-visualização dos temas publicados em formatos standards como GML e KML, ou recorrendo à biblioteca OpenLayers.

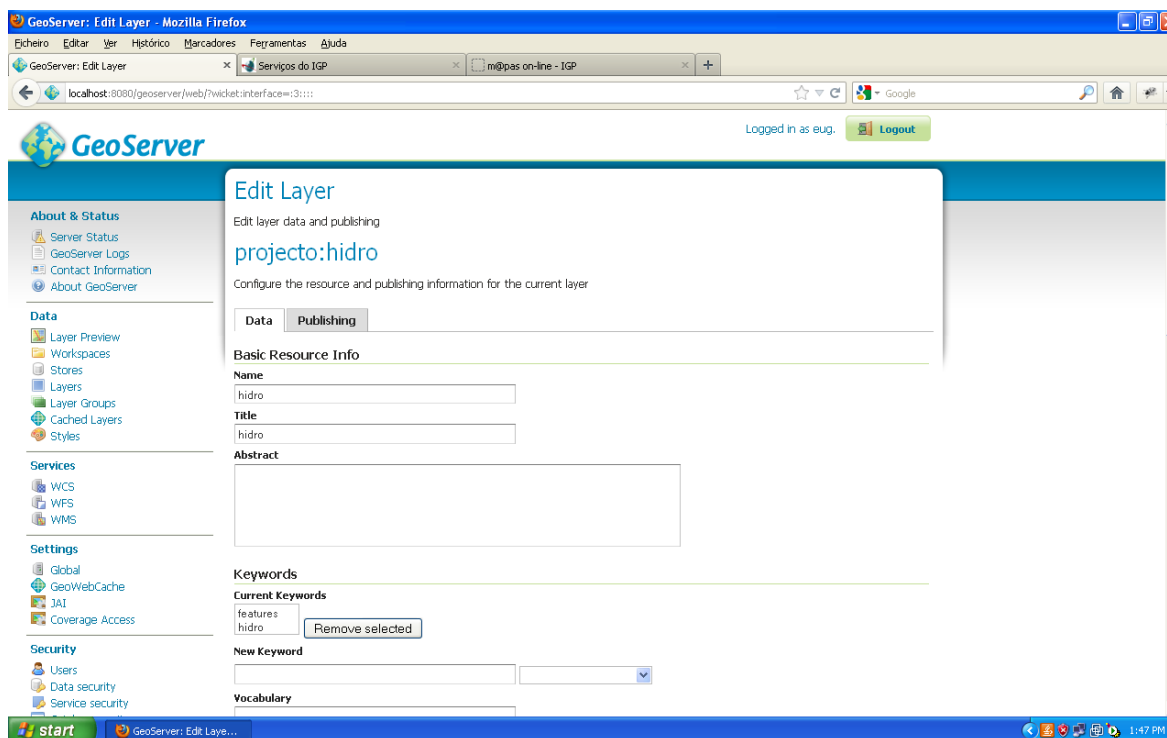


Figura 36 - Configuração de um tema geográfico no GeoServer.

### **4.3.3. Desenvolvimento do Protótipo do Configurador**

O desenvolvimento do protótipo consistiu principalmente na implementação de um conjunto de módulos na linguagem JavaScript para a disponibilização de uma interface gráfica simples de utilizar destinada à criação e configuração de visualizadores de informação geográfica para utilizadores sem conhecimentos na área de programação (configurador) e à posterior visualização de informação geográfica de acordo com as configurações definidas (visualizador). A opção pelo desenvolvimento de uma solução baseada em JavaScript deveu-se ao facto de se pretender implementar uma solução que fosse o mais independente possível das escolhas tecnológicas do lado do servidor, pelo que se deu preferência à implementação de um configurador que execute acções do lado do cliente.

O desenvolvimento do configurador/visualizador assentou numa codificação orientada a objectos e envolveu a utilização de várias tecnologias e bibliotecas, nomeadamente: HTML e CSS para a definição da disposição e propriedades dos elementos gráficos como o mapa, o painel de temas e respectivas legendas e o painel de pesquisa; AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) para a comunicação assíncrona com o(s) servidor(es); JSON (JavaScript Object Notation) para a construção de objectos para o armazenamento dos dados necessários à configuração dos temas e ferramentas no processo de configuração de visualizadores; e as bibliotecas OpenLayers, Ext JS e GeoExt para a implementação de uma interface gráfica do utilizador recorrendo a elementos gráficos como, por exemplo, janelas, botões, caixas de texto, caixas de selecção, separadores, e ainda objectos gráficos que permitem a inclusão de capacidades de visualização e navegação em mapas num navegador Web. Do lado do servidor, utilizou-se o JSP para implementar pequenos serviços básicos de autenticação e armazenamento de configurações definidas pelo administrador.

A implementação do protótipo do configurador/visualizador requereu a programação de vários módulos para cumprir com os requisitos definidos, nomeadamente para o controlo da interface gráfica do utilizador de acordo com o tipo de utilizador (administrador ou utilizador com uma configuração associada); para a configuração de temas, permitindo a selecção dos temas WMS ou WFS de servidores cartográficos a incluir e a sua configuração no que se refere à visibilidade, opacidade, legenda e pesquisas realizáveis, sendo no final possível gravar a configuração definida associada a um determinado utilizador; para a execução de pesquisas alfanuméricas e/ou geográficas de acordo com os parâmetros definidos para cada um dos temas; e para o controlo do acesso ao protótipo com base no tipo de utilizador.

Relativamente ao formato adoptado para armazenar as configurações definidas pelo administrador, optou-se pelo JSON por se ter verificado que é um formato de troca de dados que, gradualmente, se vai impondo nas comunicações na internet. O JSON é um formato de fácil leitura e escrita, permitindo uma fácil

geração e análise do seu conteúdo sendo baseado num formato de texto independente da linguagem de programação utilizada (Cui et al., 2011).

Na Figura 36 apresenta-se um exemplo da estrutura JSON utilizada para armazenar a informação relativa às configurações de visualizadores criadas pelo administrador através do protótipo desenvolvido no âmbito deste projecto.

```
{
  "servers": [{
    "id": "localhost",
    "url": "http://localhost:8080/geoserver/"
  }],
  "layers": [{
    "tipo": "WFS",
    "id": "Vector_2368",
    "nome": "Viana",
    "opacidade": 100,
    "visivel": true,
    "pesquisaAlfa": true,
    "pesquisaGeo": true,
    "activo": true,
    "nomeLyrServer": "VIANA_CASTELO",
    "urlServer": "http://localhost:8080/geoserver/wfs",
    "featureNS": "www.projecto.pt",
    "scaleMin": null,
    "scaleMax": null,
    "symbol": {
      "sld": "<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'>\n<sld:StyledLayerDescriptor xmlns='http://www.opengis.net/sld' xmlns:sld='http://www.opengis.net/sld' xmlns:ogc='http://www.opengis.net/ogc' xmlns:gml='http://www.opengis.net/gml' version='1.0.0'>\n  <sld:NamedLayer>\n    <sld:Name>polygon</sld:Name>\n    <sld:UserStyle>\n      <sld:Name>polygon</sld:Name>\n      <sld:Title>Default Polygon</sld:Title>\n      <sld:Abstract>A sample style that draws a polygon</sld:Abstract>\n      <sld:FeatureTypeStyle>\n        <sld:Name>name</sld:Name>\n        <sld:Rule>\n          <sld:Name>rule1</sld:Name>\n          <sld:Title>Gray Polygon with Black Outline</sld:Title>\n          <sld:Abstract>A polygon with a gray fill and a 1 pixel black outline</sld:Abstract>\n          <sld:PolygonSymbolizer>\n            <sld:Fill>\n              <sld:CssParameter name='fill'>#AA9800</sld:CssParameter>\n              <sld:CssParameter name='fill-opacity'>0.53</sld:CssParameter>\n            </sld:Fill>\n            <sld:Stroke>\n              <sld:CssParameter name='stroke'>#FFBBAC</sld:CssParameter>\n            </sld:Stroke>\n          </sld:PolygonSymbolizer>\n        </sld:Rule>\n      </sld:FeatureTypeStyle>\n    </sld:UserStyle>\n  </sld:NamedLayer>\n</sld:StyledLayerDescriptor>\n    },
    "html": "O municipio de #municipio# tem como freguesia #freguesia#<br>",
    "featureschoos": [[0, "freguesia"],
      [1, "municipio"],
      [2, "distrito"],
      [3, "area_ea_ha"]],
    "campSel": "freguesia"
  }],
  "tools": [{
    "id": "zoonout",
    {
      "id": "zoonin",
      {
        "id": "infotemas",
        {
          "id": "measurelength"
        }
      }
    }
  ]},
  "srs": "EPSG:4326",
  "titulo": ""
}
```

Figura 37 – Exemplo de configuração armazenada no formato JSON.

O configurador baseia-se numa arquitectura do tipo cliente/servidor, em que a componente do lado do cliente é executada num navegador Web e utiliza informações disponíveis em servidores cartográficos, às quais acede através de serviços Web.

## 4.4. Interface e Funcionalidades Implementadas

Nos pontos que se seguem são retratadas as principais funcionalidades do configurador/visualizador desenvolvido no âmbito do presente projecto. O acesso ao protótipo é feito através da autenticação do utilizador (“login”) na página inicial da aplicação, a partir da qual, também é possível registar novos utilizadores (Figura 38).



Figura 38 - Página inicial do GeoWebConfig

Uma vez feita a autenticação, a aplicação redirecciona o utilizador para uma página onde é apresentada a aparência inicial do configurador ou visualizador, com os temas, o mapa e as ferramentas de pesquisa. Ao ser redireccionado são enviadas informações através do URL necessárias para a identificação do tipo de utilizador, indicando se é um perfil de administrador ou de utilizador final. Tratando-se do administrador do sistema, a aplicação disponibilizará todas as funções que permitem realizar operações de gestão de temas do tipo WMS e WFS, bem como gerir temas base e definir as ferramentas de interacção com o mapa (Figura 39). Caso o administrador tenha uma configuração iniciada numa sessão anterior, poderá dar continuidade à configuração que mais tarde poderá ser atribuída a um utilizador final. Se o utilizador for do tipo final, será carregada a informação pré-configurada pelo administrador para esse utilizador, sendo bloqueadas as funcionalidades de configuração da aplicação unicamente acessíveis ao administrador.

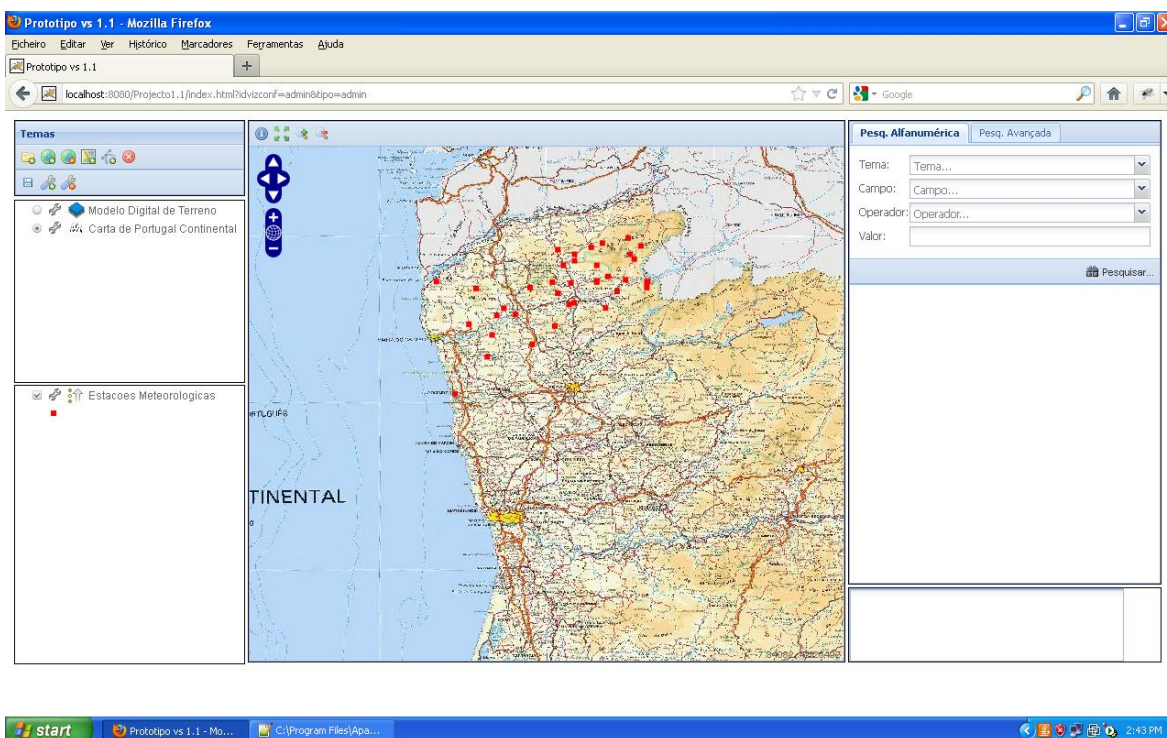


Figura 39 - Página do configurador (Perfil do administrador)

Do ponto de vista geral, a interface do protótipo está dividida em 3 partes principais: o painel de controlo de temas do lado esquerdo, a zona central com um mapa dinâmico e o painel de pesquisas do lado direito. O painel de controlo de temas permite controlar a visibilidade e opacidade dos temas e consultar a sua legenda. No caso do administrador, este painel inclui as ferramentas para a configuração de temas geográficos (base, WMS e WFS) e a sua organização. O painel central é baseado num mapa interactivo, que inclui uma barra de ferramentas com operações comuns na interacção de mapas, permitindo navegar (aproximar, afastar, deslocar, histórico de navegação), medir distâncias e áreas, desenhar elementos geográficos como pontos, linhas e polígonos, e obter informação sobre elementos geográficos através de um clique sobre o mapa. No caso do utilizador final, as ferramentas disponíveis são dependentes da configuração definida pelo administrador. Por último, o painel de pesquisas permite realizar pesquisas simples ou avançadas com base em critérios alfanuméricos para os temas configurados pelo administrador com este tipo de funcionalidade.

#### 4.4.1. Gestão de Temas Base

A gestão de temas base é feita pelo administrador através da utilização de operações disponíveis na barra de ferramentas do painel de controlo de temas que permitem a adição e remoção de temas base ao mapa. O administrador, ao realizar a adição de um tema base, terá apresentada uma janela onde deverá atribuir um nome que identifique o tema, escolher o servidor de mapas e seleccionar o tema da lista de temas obtida de forma automática do servidor seleccionado (Figura 40).



Adicionalmente, tem a possibilidade de indicar um novo servidor através da especificação do seu URL. A remoção de temas base é feita directamente, bastando seleccionar o tema que pretende remover e proceder à remoção através de um botão próprio para este fim.

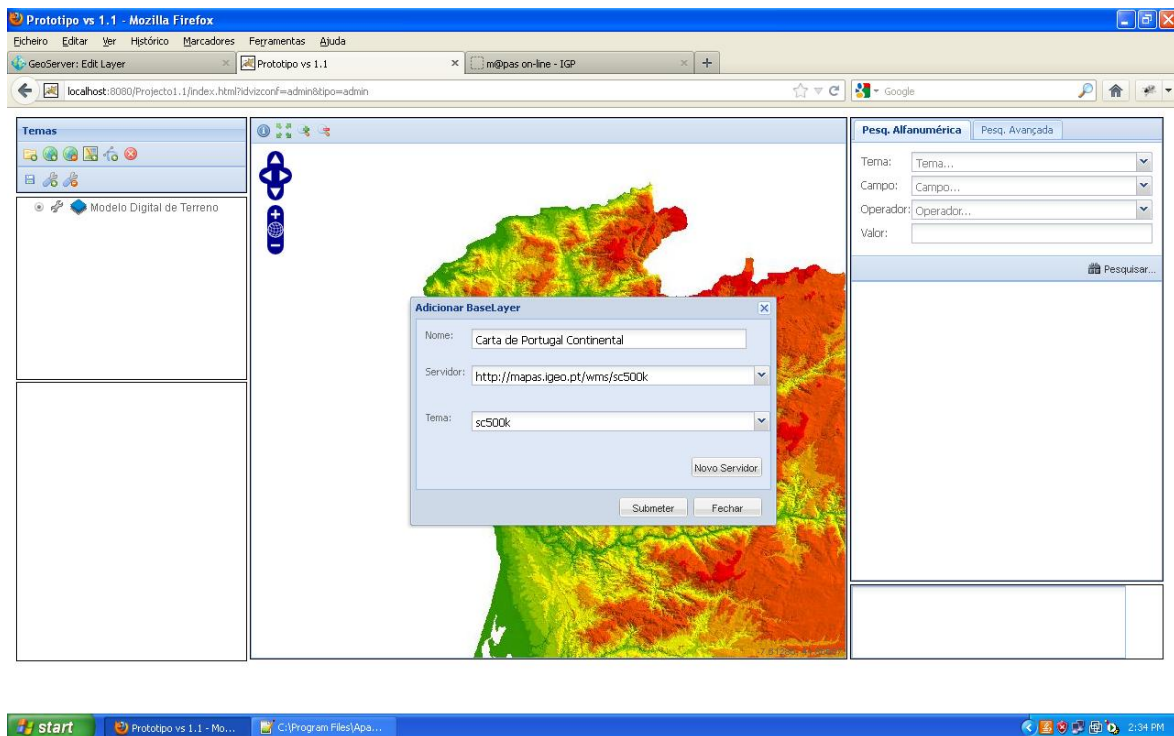


Figura 40 - Adição de temas Base

#### 4.4.2. Gestão de Temas

À semelhança dos temas base, o administrador tem a possibilidade de adicionar e remover temas WMS e WFS ao mapa, sendo neste caso necessário configurar algumas propriedades do tema relativas à sua visibilidade, estilo de apresentação no mapa e operações de pesquisas permitidas.

Ao pretender adicionar um novo tema ao mapa, a aplicação oferece ao administrador a possibilidade de acrescentar um tema WMS ou um tema WFS. Depois de seleccionado o tipo de tema a adicionar (WMS ou WFS), o administrador pode seleccionar o servidor cartográfico pretendido de uma lista predefinida, sendo de seguida apresentada pelo sistema uma lista de temas disponibilizados pelo servidor respectivo, obtida através de um pedido “getCapabilities” feito ao respectivo servidor (Figura 41).

Uma vez escolhido o tema a adicionar ao mapa, é apresentada uma janela com vários separadores onde se define as características do tema. No separador geral, é definido o nome que se pretende para o novo tema, o nível de opacidade, a visibilidade a aplicar por defeito, o intervalo de escalas para as quais o tema é



visível, se é permitida a pesquisa alfanumérica com base em critérios sobre o valor dos atributos, e se é possível realizar operações de pesquisa geográfica que consiste em obter informações sobre elementos do tema através da interacção com o mapa (Figura 42).

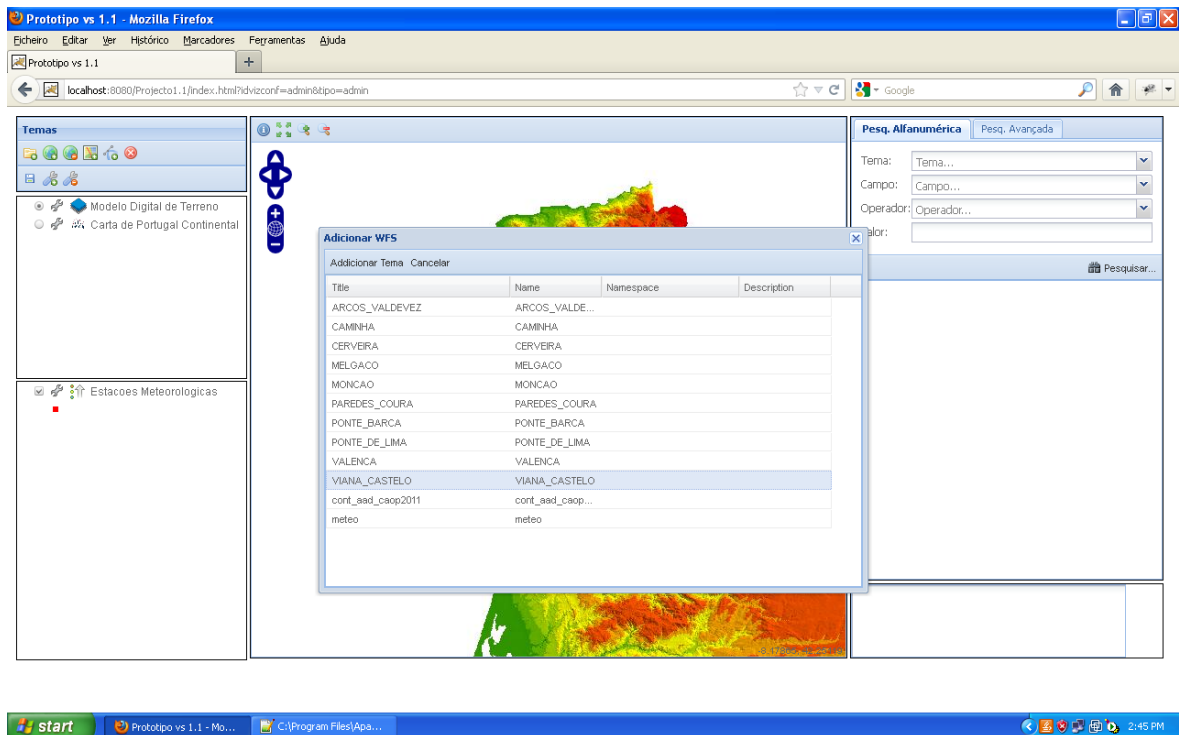


Figura 41 - Lista de temas WFS disponíveis no servidor de mapas.

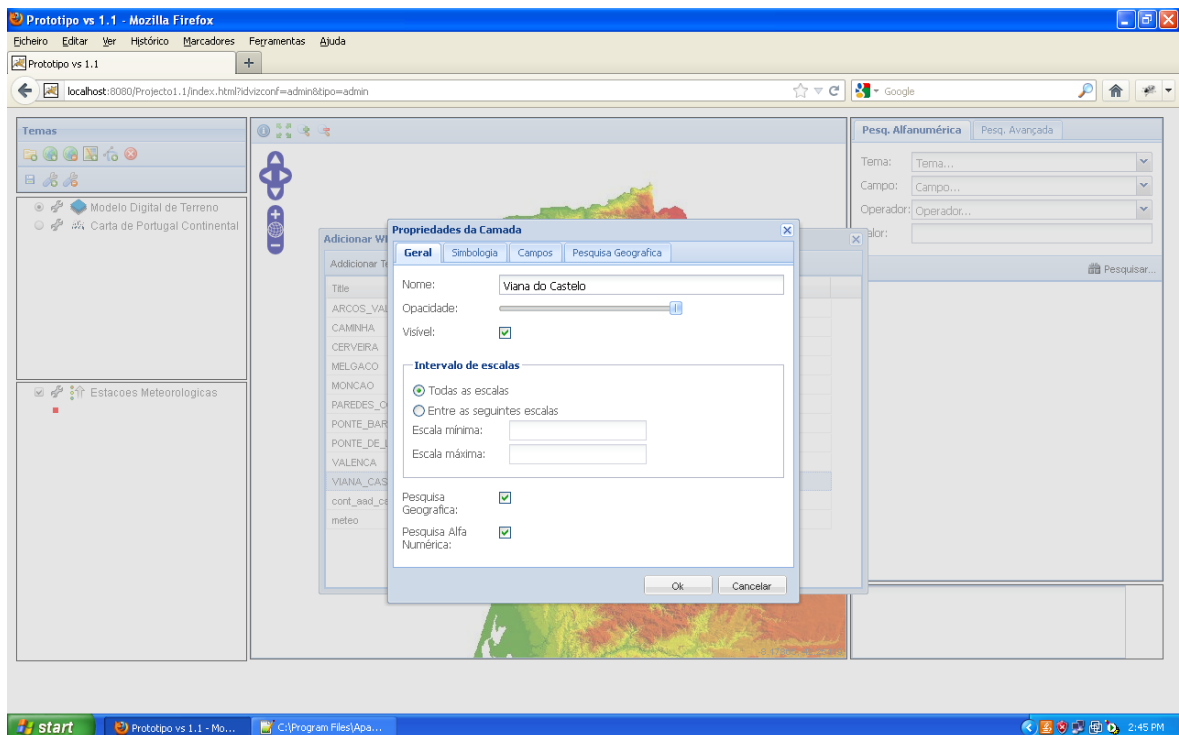


Figura 42 - Definição geral de características do tema.

O separador seguinte referente à simbologia, permite a definição da aparência do tema geográfico a utilizar na sua representação no mapa. Caso se trate de temas WMS é possível escolher a aparência através da selecção de um dos estilos pré-definidos para o tema, extraídos da resposta do servidor WMS ao pedido 'getCapabilities' (Figura 43). Em alternativa, o administrador pode definir uma aparência própria através da especificação de um documento no formato SLD, uma vez que se trata da especificação OGC para a definição da simbologia para representar entidades geográficas de um serviço WMS (ver ponto 2.2.4.5.). A opção pela definição da aparência dos temas através do formato SLD deveu-se ao facto de o desenvolvimento de um editor de simbologia se afigurar como uma tarefa complexa e demorada de executar no prazo definido para o projecto. Contudo, considera-se que esta decisão não limita a aplicabilidade do projecto, uma vez que existem outras ferramentas de código aberto, como por exemplo o AtlasStyler SLD Editor ou os SIG Desktop OpenJump e uDig, que oferecem uma interface gráfica para a definição da simbologia de temas geográficos com possibilidade de exportar a simbologia definida para o formato SLD, podendo ser assim utilizada na definição da aparência dos temas do presente projecto.

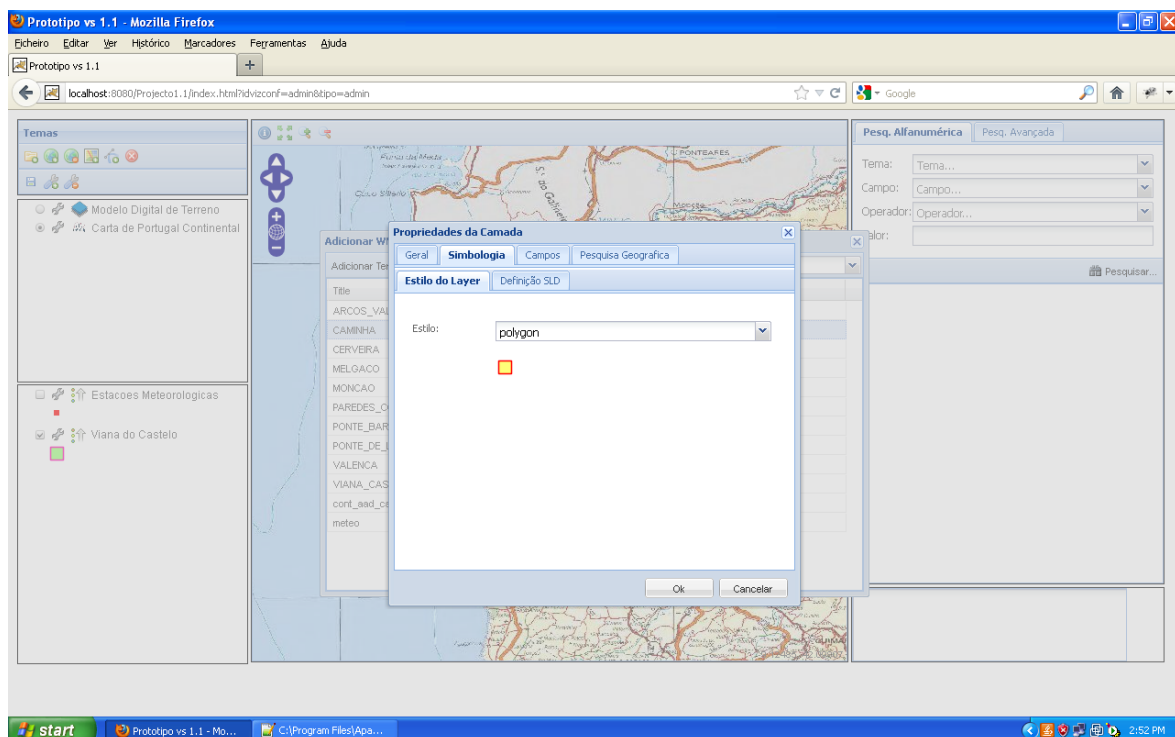


Figura 43 - Definição do estilo de um tema WMS - Escolha da legenda

No caso da configuração de um tema WFS, a aparência do tema é feita unicamente através da escrita de um documento no formato SLD (Figura 44). No caso de um tema WMS, o administrador optar por definir um documento no formato SLD, este documento é utilizado no pedido WMS realizado ao servidor cartográfico respectivo para que sejam devolvidas imagens com a simbologia do tema e para a

obtenção da respectiva legenda a apresentar no painel de legendas. No caso de um tema WFS, o documento SLD é utilizado para a definição do estilo a utilizar na representação do tema recorrendo às funcionalidades disponíveis no OpenLayers. Este documento SLD é tratado e guardado no ficheiro de configuração para ser utilizado aquando do carregamento das configurações definidas para cada utilizador.

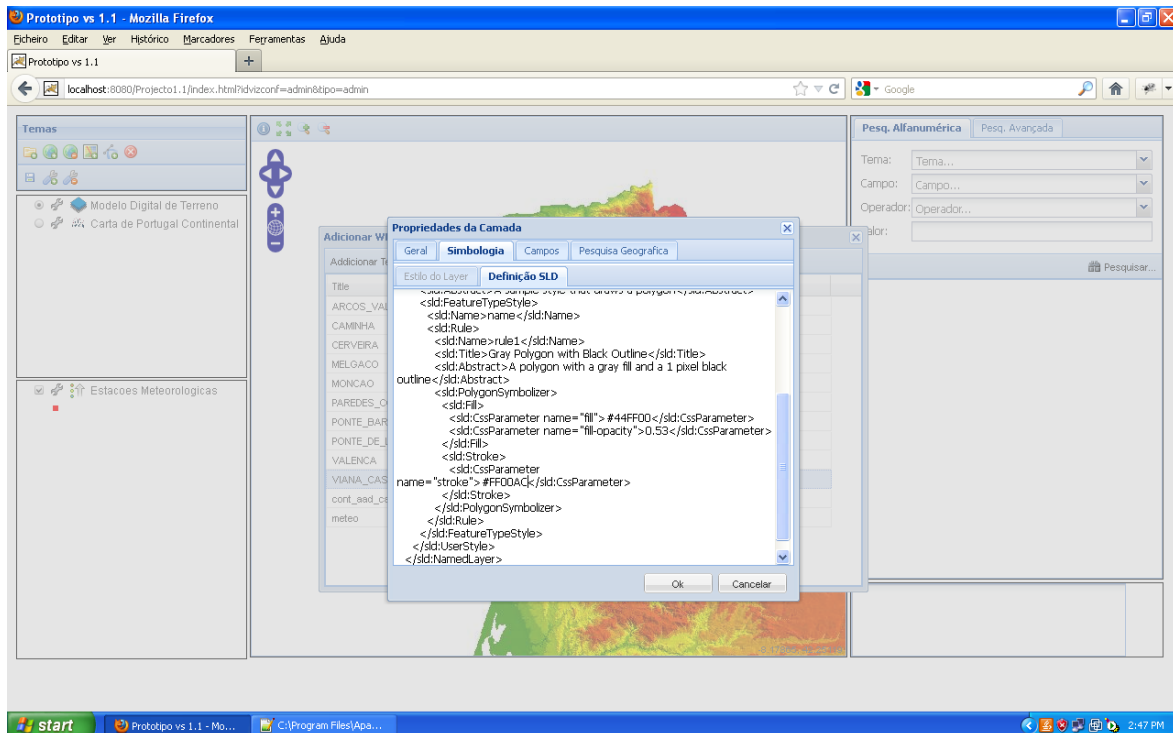


Figura 44 - Especificação de documento no formato SLD de um tema WFS

No separador geral das propriedades de um tema, a activação da opção de pesquisa alfanumérica faculta o acesso ao separador “Campos” que permite fazer a escolha dos campos que poderão ser utilizados nas pesquisas com base em condições sobre os valores dos atributos alfanuméricos dos elementos geográficos (Figura 45). Estes campos serão ainda utilizados para a visualização de resultados das pesquisas realizadas pelo utilizador final sob a forma de uma tabela. A informação relativa aos campos seleccionados é, depois de terminada a configuração do tema, guardada no ficheiro de configuração.

Ao activar a pesquisa geográfica no primeiro separador, o administrador tem acesso a um separador que permite especificar os parâmetros de configuração da pesquisa geográfica que consiste na apresentação de informação sobre os elementos geográficos seleccionados através de um clique sobre um mapa, quer para temas WMS, quer para temas WFS. A configuração de um tema requer a escolha do campo (atributo) cujos valores serão utilizados para apresentar uma lista dos elementos geográficos identificados ao interagir com o mapa e a definição de um texto no formato HTML para a apresentação de informação de cada um dos elementos da lista anterior (Figura 46). A fim de permitir a apresentação de

informação dos atributos e respectivos valores dos objectos identificados, o utilizador poderá inserir no documento HTML o nome dos campos do tema (atributos alfanuméricos) limitado pelo símbolo “#”, que, aquando da apresentação da informação, serão substituídos pelo valor do campo do elemento seleccionado na lista.

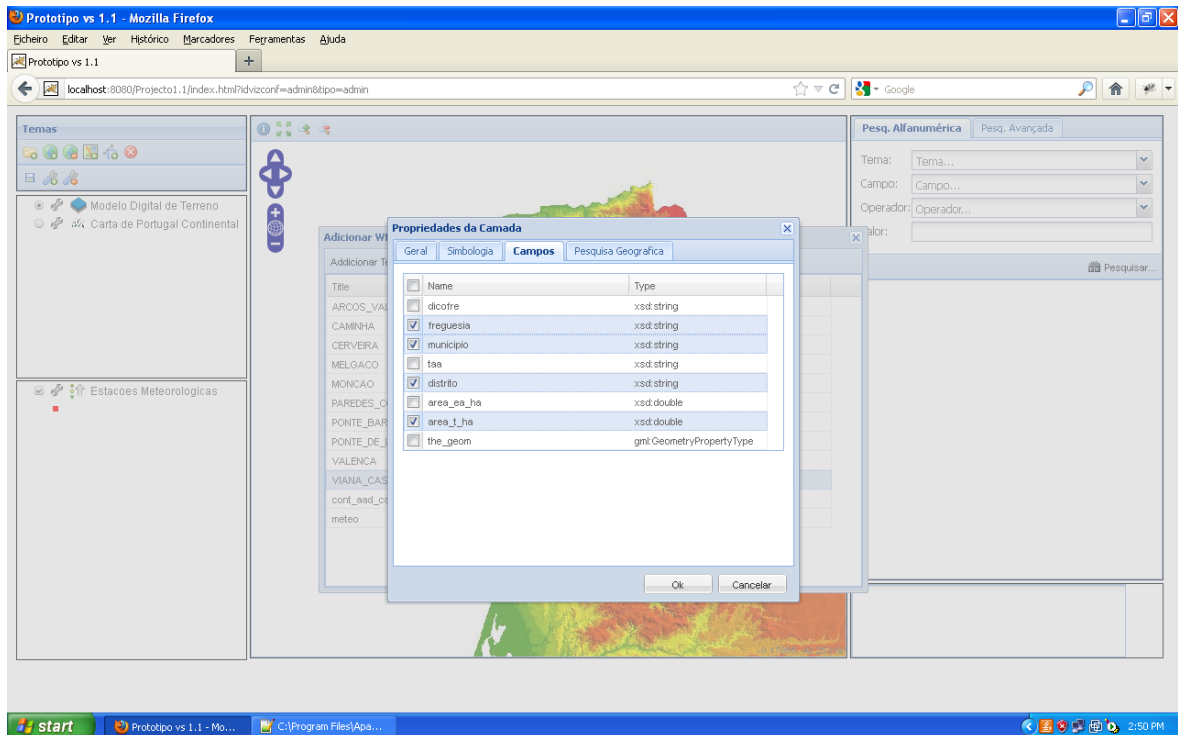


Figura 45 – Definição dos campos alfanuméricos pesquisáveis de um tema

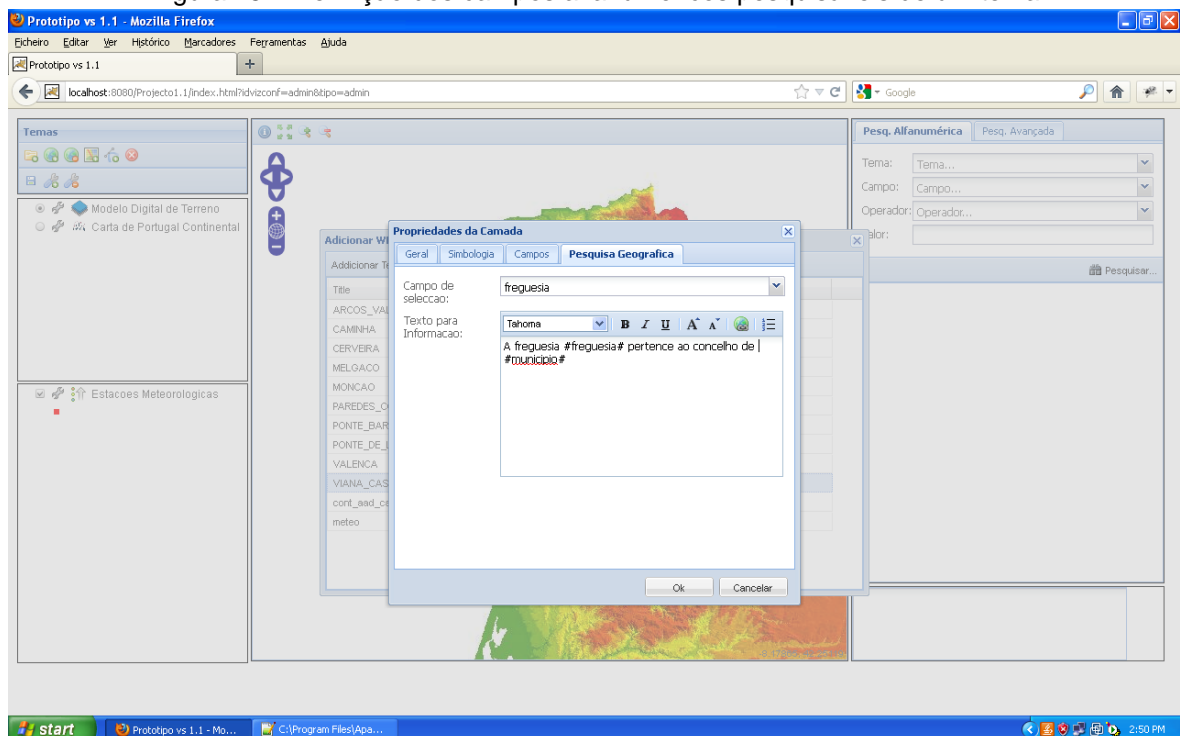


Figura 46 - Configuração da pesquisa geográfica

Depois de configurados todos os pontos anteriores, o tema pode ser acrescentado ao mapa, sendo processado da seguinte forma: é feito o pedido de legendas do tema e acrescentado ao painel de controlo de temas; o tema é adicionado ao mapa com as configurações definidas; todas as configurações definidas são adicionadas ao ficheiro de configuração.

Após adicionar o tema, se houver necessidade de se eliminar quer o tema quer uma pasta com temas, o mesmo pode ser removido bastando seleccionar o objecto pretendido no painel de legendas e remover através de botão próprio na barra. Ao executar esta operação, são removidas do ficheiro de configuração, do mapa e do painel de legendas, todas as referências aos temas/pastas eliminados.

#### 4.4.3. Gestão de Ferramentas do Mapa

No que se refere às operações de interacção com o mapa central, o administrador tem à sua disposição um conjunto de ferramentas que podem ser adicionadas à barra de ferramentas do mapa. A activação/desactivação das operações disponíveis para interagir com o mapa é feita através da sua selecção de uma lista de ferramentas pré-configuradas, que incluem funcionalidades de navegação (aproximar, afastar, extensão geográfica máxima), de histórico de navegação, de medição de distâncias e áreas, de desenho de pontos, linhas e áreas (Figura 47).

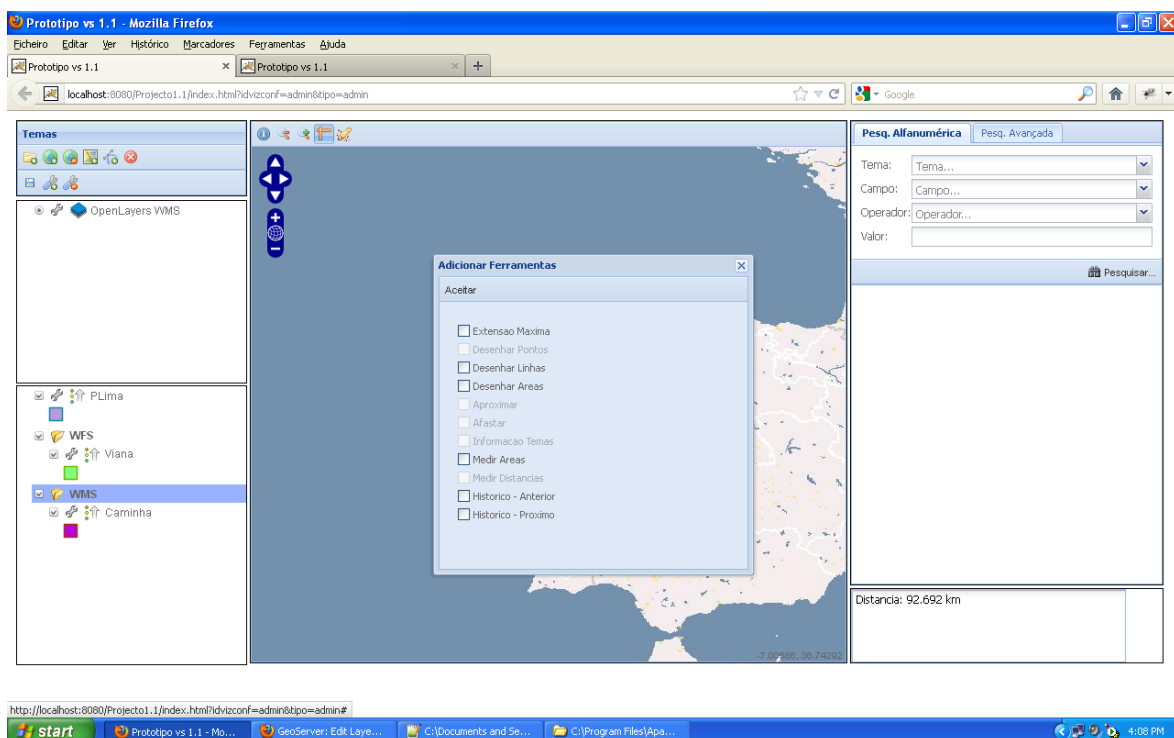


Figura 47 – Activação de ferramentas do mapa

No final da escolha das funcionalidades a adicionar/remover, as ferramentas seleccionadas/desseleccionadas são adicionadas/removidas da barra de ferramentas do mapa e actualizadas na estrutura JSON de configuração do visualizador.

#### 4.4.4. Pesquisas

A aplicação desenvolvida ainda contempla a realização de operações de pesquisa, disponíveis para o administrador e para o utilizador final de acordo com as configurações definidas para cada tema, apresentando três possibilidades: a pesquisa alfanumérica, a pesquisa geográfica e a pesquisa avançada.

A pesquisa alfanumérica oferece a possibilidade de realizar pesquisas sobre temas WFS com base em critérios alfanuméricos. Para o efeito, é necessário, em primeiro lugar, escolher o tema sobre o qual se pretende fazer a pesquisa. Uma vez escolhido o tema, o utilizador poderá definir uma condição simples de pesquisa sobre o tema, através de uma *caixa de selecção* com a lista dos campos disponíveis para a pesquisa (de acordo com a configuração realizada para o tema), de uma outra com a lista de operadores possíveis e por fim, de uma caixa de texto para definir o valor do atributo para a condição. Definida a condição de pesquisa e executada, os resultados são apresentados sob a forma de uma tabela. Na Figura 48 apresenta-se um exemplo de uma pesquisa sobre o tema 'MELGACO' onde se pretende identificar as freguesias cujo nome contenha a letra 'M', com a apresentação do resultado composto por três freguesias.

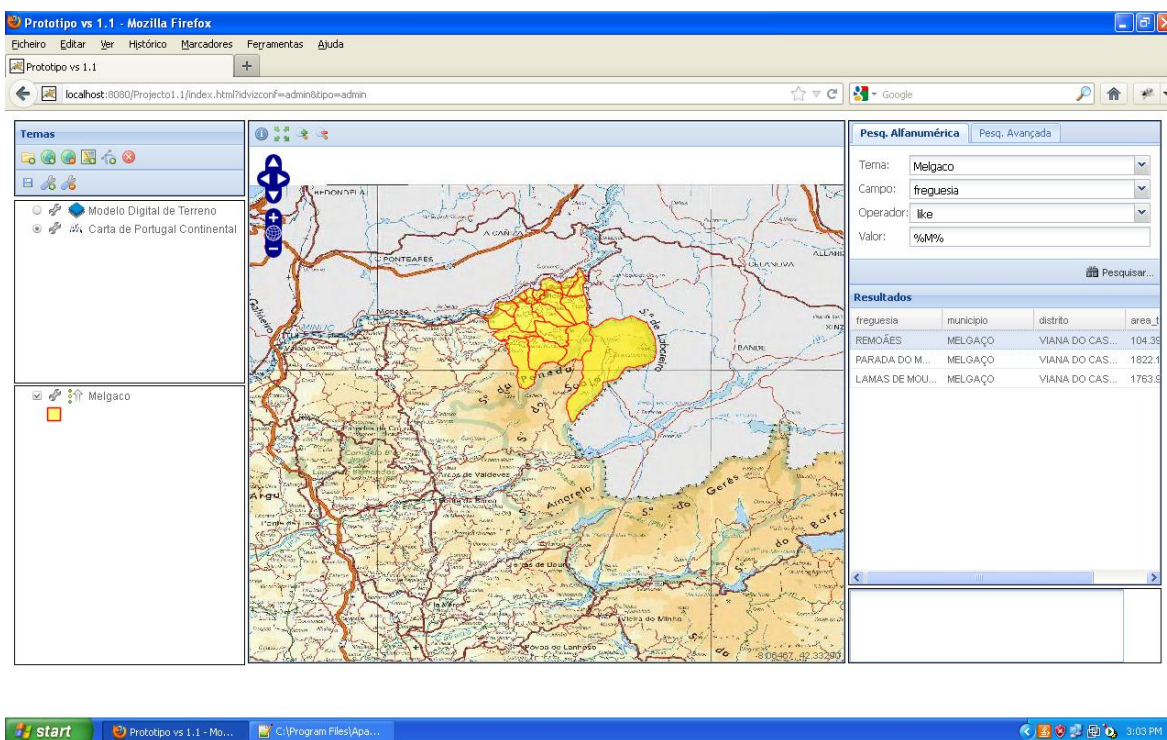


Figura 48 – Exemplo de pesquisa alfanumérica



A versão actual do protótipo inclui um separador adicional para proceder a operações de pesquisa avançada, sendo esta funcionalidade um tipo de pesquisa alfanumérica para a qual o utilizador necessita de ter conhecimentos adequados, uma vez que terá de construir o comando a ser enviado ao servidor para a realização da pesquisa. Esta funcionalidade proporciona um nível de flexibilidade superior na definição de condições de pesquisa, permitindo, por exemplo, combinar várias condições sobre diferentes atributos numa única operação através da escrita de uma condição no formato CQL (Common Query Language), que é uma linguagem de consulta criada pela OGC para a especificação CWS (Catalogue Web Service) (Figura 49).

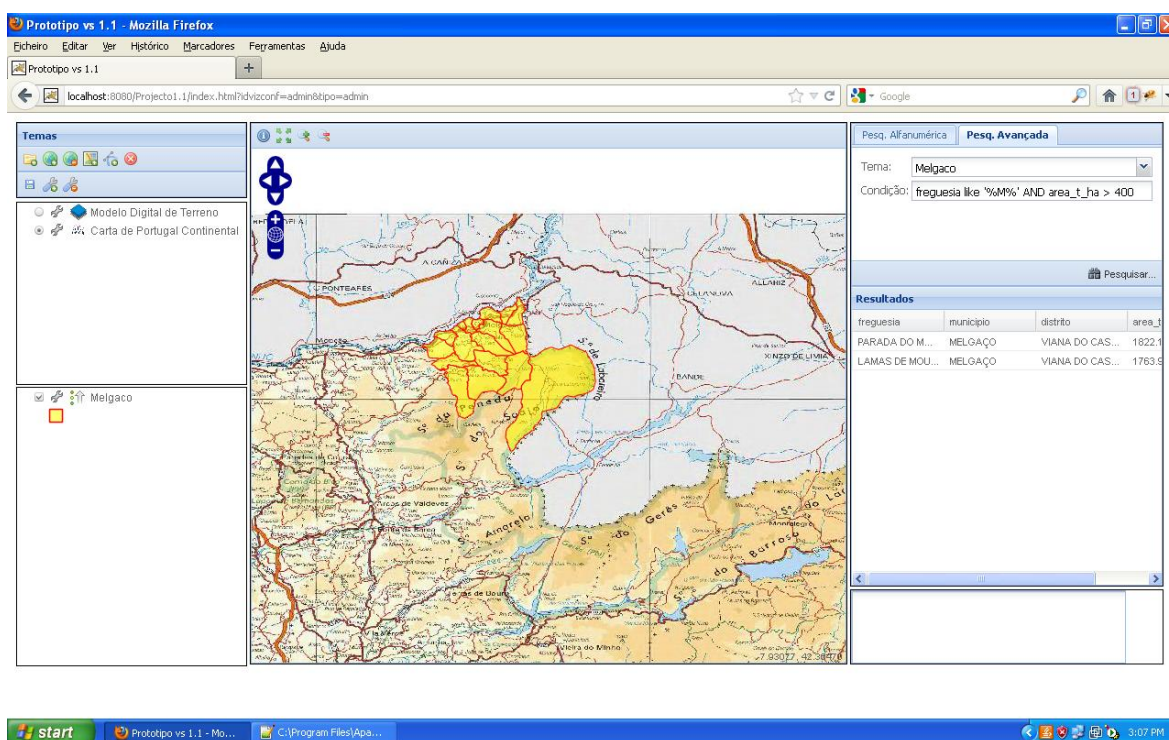


Figura 49 – Exemplo de pesquisa avançada

A pesquisa geográfica é conseguida activando o botão de informação na barra de ferramentas de interacção com o mapa, que mostrará uma janela onde é possível escolher o tema sobre o qual se pretende fazer a pesquisa, de uma lista carregada com os temas WMS e WFS que possibilitem este tipo de pesquisa (Figura 50). Depois de escolher o tema, o utilizador pode interagir com o mapa clicando num ponto sobre o mesmo, sendo apresentada na janela uma lista dos elementos geográficos do tema que se encontram na posição indicada no mapa, referenciados através dos valores do atributo escolhidos para o tema aquando da configuração da pesquisa geográfica (Figura 51). Ao seleccionar um destes valores é apresentada informação adicional no painel lateral de acordo com o formato HTML, assim como os atributos definidos no processo de configuração (Figura 52). É de referir que a pesquisa geográfica foi implementada de forma a poder ser

executada para temas WMS, assim como para temas WFS, de uma forma integrada e totalmente transparente para o utilizador, com o sistema a invocar o serviço e a operação adequados ao tipo de tema.

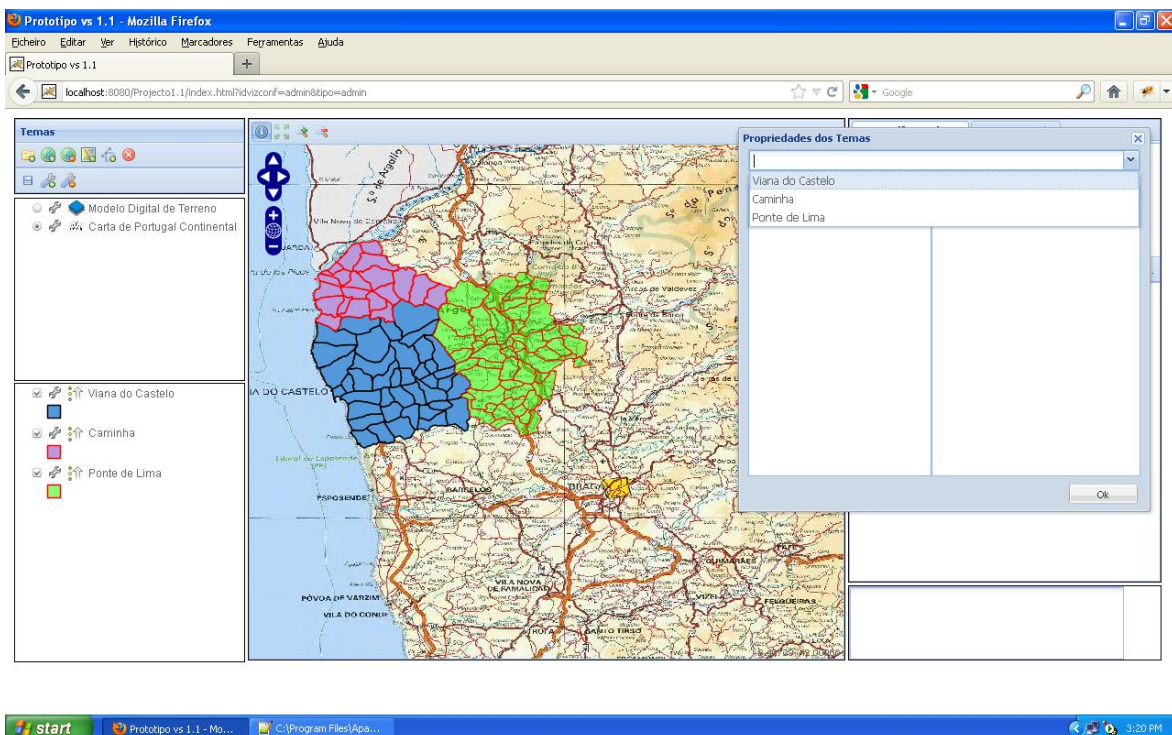


Figura 50 – Pesquisa geográfica - Temas disponíveis para efectuar pesquisa

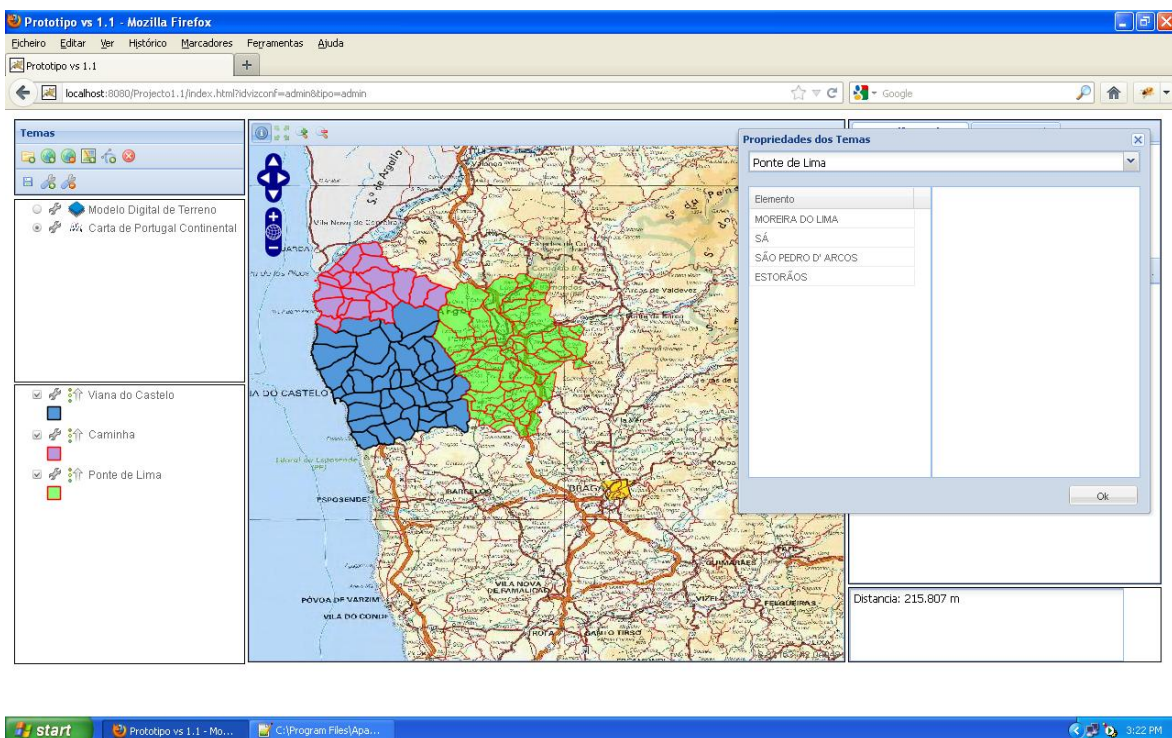


Figura 51 – Pesquisa geográfica – Lista de valores do atributo dos elementos geográficos identificados



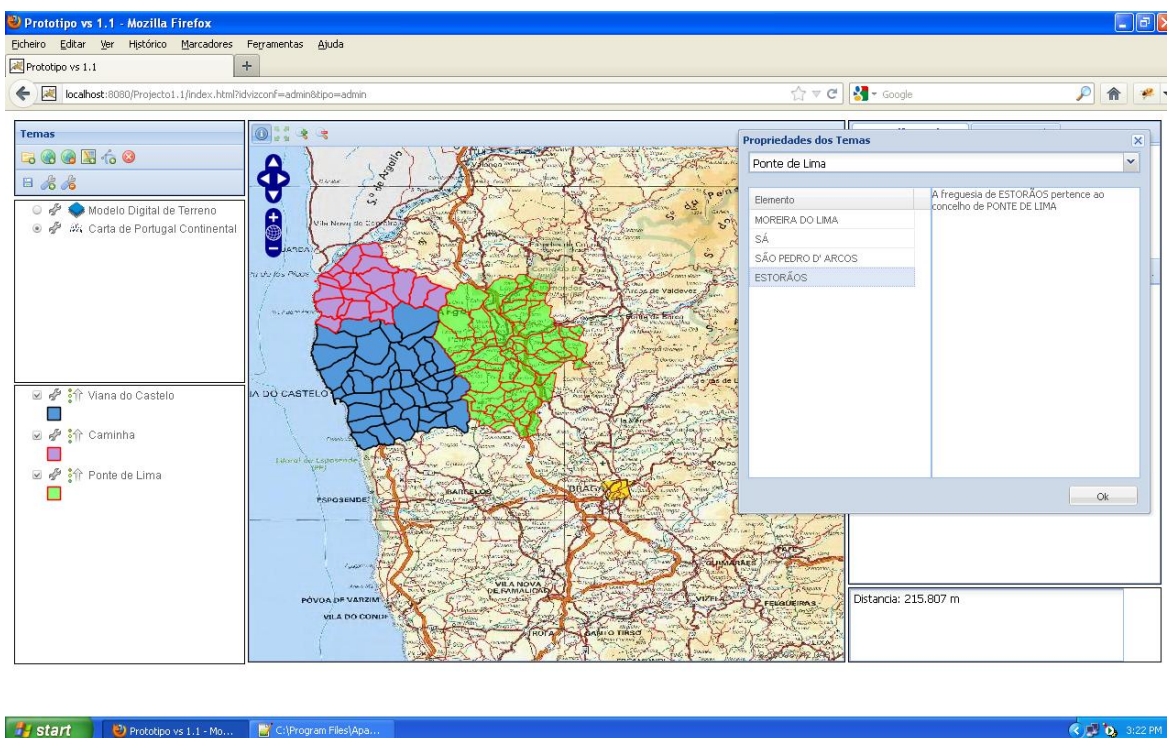


Figura 52 - Pesquisa geográfica - Informação de um dos elementos geográficos.

#### 4.4.5. Visualizador para o Utilizador Final

Conforme indicado anteriormente, o protótipo desenvolvido tem como objectivo a configuração de visualizadores de informação geográfica, pelo que foi previsto no sistema desenvolvido um procedimento para a gestão de utilizadores e de atribuição de uma configuração definida pelo administrador. Nesta versão da aplicação optou-se por programar serviços muito simples em JSP para armazenar as credências de acesso dos utilizadores e associar configurações.

Depois de criado o utilizador e atribuída uma configuração definida pelo administrador através do processo descrito nos pontos anteriores, um utilizador final, depois de fazer a autenticação com sucesso, tem acesso a uma página com um visualizador, cujo conteúdo estará de acordo com as configurações definidas pelo administrador.

A página inicial de um utilizador final tem uma estrutura semelhante à do administrador, na qual não existem as ferramentas de configuração. Assim, a página terá, de acordo com a configuração carregada, um painel de temas e respectivas legendas, uma zona central com um mapa e respectivo conjunto de ferramentas de navegação, e um painel para a realização de pesquisas alfanuméricas (Figura 53). Adicionalmente, o visualizador faculta a possibilidade de realizar pesquisas alfanuméricas (Figura 54) e pesquisas geográficas (Figura 55), de acordo com as definições efectuadas pelo administrador sobre os temas pesquisáveis, aquando do processo de configuração do visualizador.

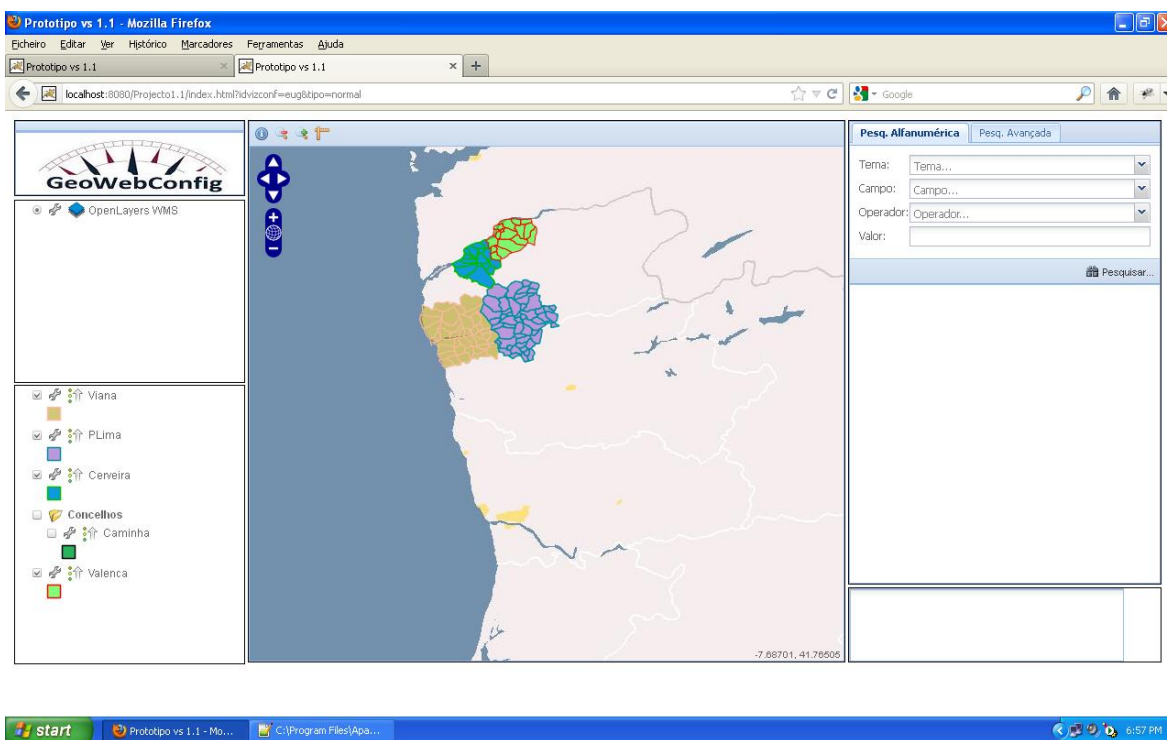


Figura 53 – Visualizador - Apresentação da configuração - Página inicial para um utilizador final

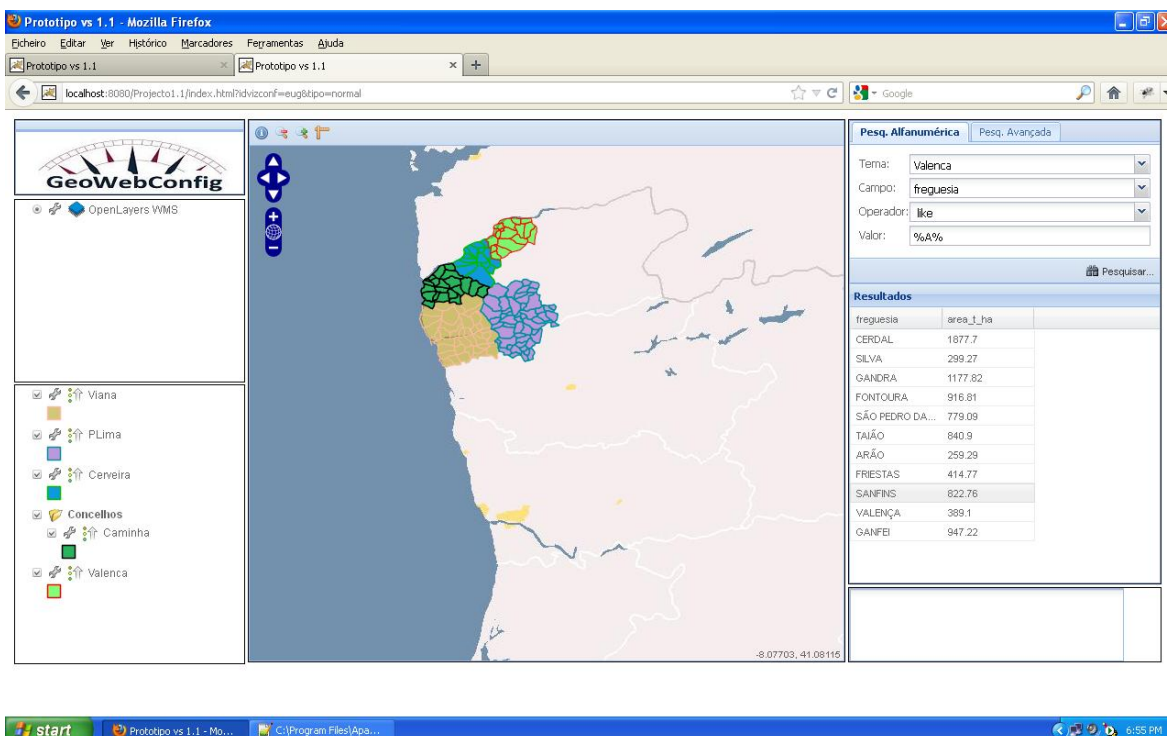


Figura 54 - Visualizador - Pesquisa Alfanumérica

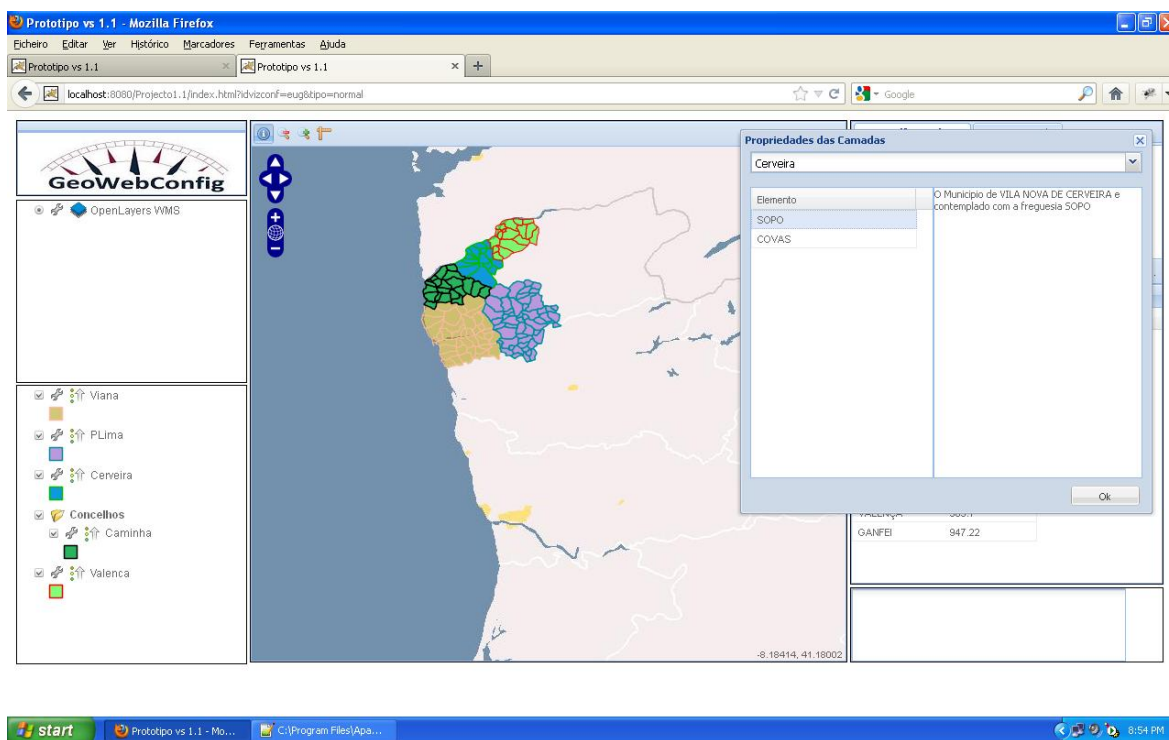


Figura 55 - Visualizador - Pesquisa Geográfica



## 5. Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

### 5.1. Conclusões

A informação geográfica tem-se tornado cada vez mais importante considerando que grande parte da informação utilizada em qualquer área está georreferenciada, e é, por conseguinte, informação que pode incluir dados relativos à sua localização geográfica. Perante esta situação, têm-se verificado, nos últimos anos, um enorme progresso no desenvolvimento de ferramentas que permitem a recolha, armazenamento, análise e partilha de informação geográfica (Michael F, 2009). Neste contexto, e no sentido de tomar conhecimentos sobre os sistemas de informação com capacidades de tratamento de dados com componente espacial, e em particular os sistemas distribuídos na Internet, o presente projecto centrou-se na área dos sistemas de informação geográfica (SIG), tendo resultado no desenvolvimento de uma ferramenta que permite configurar e disponibilizar páginas para a visualização de informação geográfica na Web assente em *software* de código aberto.

Durante o desenvolvimento do presente projecto, realizaram-se um conjunto de tarefas que iniciaram com o estudo dos conceitos relacionados com os sistemas de informação geográfica, em particular no contexto da sua utilização na Web, denominados de WebSIG. Assim, analisou-se a arquitectura geral destes sistemas e quais as estratégias alternativas de implementação baseadas no cliente, no servidor ou mistas. Tratando-se de um projecto que visava os sistemas distribuídos na Web, foi ainda feita uma síntese das especificações relevantes para o desenvolvimento dos trabalhos, publicadas pelo Open Geospatial Consortium e definidas no âmbito da facilitação da troca de dados entre sistemas de informação geográfica de forma aberta e independente da plataforma utilizada. Paralelamente foram investigadas e analisadas as tecnologias utilizadas no contexto da publicação de informação

geográfica na Web, em especial as ferramentas de código aberto, no sentido de identificar as alternativas disponíveis para a fase seguinte de implementação do visualizador. Com o intuito de perceber a disseminação e utilização destas ferramentas, foi elaborado um inquérito destinado a técnicos que habitualmente trabalham na área dos SIG, do qual se conclui que, apesar de haver um conhecimento considerável de ferramentas de código aberto, quando indagados sobre a sua utilização como plataformas de desenvolvimento, não conseguiram uma expressão significativa, sendo apontada com uma das principais dificuldades na utilização destas tecnologias a necessidade de conhecimentos de programação. Perante esta constatação, pretendeu-se neste projecto construir uma ferramenta que permitisse configurar, através de uma interface gráfica intuitiva, a publicação de informação geográfica (IG) na Web, sem que para tal o utilizador tenha que ter conhecimentos específicos, tais como, conhecimentos de programação, de serviços Web, e/ou sobre as configurações baseadas em ficheiros necessárias à criação de aplicações WebSIG.

Posto isto, um dos principais objectivos deste projecto centrou-se no desenvolvimento de um sistema de um configurador de aplicações para a publicação de informação geográfica na Web assente em tecnologias de código aberto. Mais concretamente, foi desenvolvido um protótipo de um sistema que disponibiliza uma interface gráfica simples para a configuração de visualizadores por um administrador e para a sua posterior disponibilização a utilizadores finais. O administrador tem a possibilidade de definir e organizar os temas a incluir no mapa, permitindo configurar as propriedades dos temas relativas à sua visibilidade, ao estilo a utilizar na visualização no mapa e às operações de pesquisa alfanumérica e/ou geográfica que podem ser realizadas, bem como seleccionar as ferramentas para interagir com o mapa e com a informação disponibilizada. Após realizada a configuração, o sistema permite, aos utilizadores finais, a visualização dos temas geográficos e a execução de operações de pesquisa sobre os mesmos de acordo com as definições efectuadas pelo administrador.

Por último, ainda que a versão actual seja um protótipo com algumas limitações, devido às restrições temporais na execução do projecto, considera-se que a solução proposta é um contributo no sentido de desenvolver ferramentas que possam contribuir para que as tecnologias de código aberta venham a ter uma maior aceitação por parte dos técnicos na área dos SIG, uma vez que possibilita a implementação de soluções Web que inclui a visualização e manipulação de informação geográfica sem que, para tal, o utilizador necessite de conhecimentos de programação/configuração de páginas Web.

## 5.2. Desenvolvimentos Futuros

Após este projecto, surgem naturalmente novas perspectivas a explorar em desenvolvimentos futuros. Com efeito, o tema abordado, por ser tão vasto, não se esgota neste projecto, existindo vários caminhos pelos quais se pode enveredar para dar continuidade ao trabalho desenvolvido, reforçado pelo facto de esta área apresentar uma constante evolução e crescimento, existindo sempre a possibilidade de melhorar os resultados obtidos. Além da melhoria da interface gráfica e da realização de mais testes, diversos pontos tratados neste trabalho necessitam de ser complementados e aperfeiçoados. A título indicativo, apresentam-se algumas sugestões que seriam importante explorar em desenvolvimentos futuros:

- Melhorar as opções de configuração dos temas geográficos, nomeadamente através da inclusão de uma interface gráfica para a definição da simbologia de visualização sem recorrer à sua especificação no formato SLD;
- Desenvolver os serviços Web geográficos, alargando ao serviço WCS que não foi abordado neste projecto e o WPS que permite alcançar novos patamares no processamento de informação geográfica;
- Implementar procedimentos de controlo de acessos com maior nível de segurança;
- Alargar as funcionalidades de ferramentas como o desenho de elementos geográficos (pontos, linhas e polígonos) para que possam ser utilizadas em sessões posteriores através da utilização do serviço WFS transaccional, permitindo armazenar informação na base de dados e reutilizá-la posteriormente.

## 5.3. Considerações Finais

Durante o desenvolvimento deste trabalho foi possível tomar conhecimento de uma área que apresenta uma evolução muito acentuada nos últimos anos. Ao longo deste projecto, percorreu-se um longo caminho, desde um primeiro contacto com a informação geográfica até ao desenvolvimento de uma ferramenta que permite configurar e disponibilizar páginas para a visualização de informação geográfica na Web utilizando *software* de código aberto.

Do ponto de vista pessoal, este projecto permitiu adquirir conhecimentos numa área em franco crescimento, os sistemas de informação geográfica na Web, e fortalecer competências relacionadas com o levantamento de requisitos e as tecnologias de desenvolvimento de páginas Web, como JavaScript, HTML e CSS. No que se refere à área dos sistemas de informação geográfica, foram estudados desde os modelos de dados geográficos, passando pelas arquitecturas e estratégias de implementação de soluções WebSIG e a importância das especificações do

OGC no contexto do desenvolvimento de sistemas distribuídos, finalizando na identificação de um conjunto de plataformas/soluções de apoio à publicação de informação geográfica proprietárias e de código aberto. Do ponto de vista tecnológico, o presente projecto permitiu a aquisição de novas competências na utilização de diversas ferramentas, como sistemas de gestão de base de dados e servidores cartográficos, bem como no desenvolvimento de aplicações Web, com especial incidência na programação em JavaScript, com recurso a bibliotecas avançadas de criação de interface gráficas e de visualização de informação geográfica em mapas interactivos.

Para finalizar, salienta-se que este projecto permitiu despoletar o interesse pela temática da disponibilização de informação geográfica na Web, em particular no caso de tecnologias de código aberto, que se revela como uma área que requer um conjunto alargado de conhecimentos específicos que tem dificultado a sua utilização pelo público em geral. Contudo, verificou-se, ao longo da execução deste projecto, que existe uma dinâmica crescente no desenvolvimento de ferramentas que oferecem uma interface gráfica fácil de utilizar, como é o caso do servidor de mapas GeoServer. Espera-se que este trabalho também possa vir a contribuir para o desenvolvimento deste tipo de ferramenta, levando a uma maior utilização das tecnologias de código aberto.



# Bibliografia

- 52NORTH. 2011. *52°North WPS Geoprocessing Community - Welcome* [Online]. setup. Disponível: <http://52north.org/communities/geoprocessing/wps/index.html> [Acedido em 2011.04.30]
- ABRANTES, G. 1998. *Sistemas de Informação Geográfica- Conceitos* [Online]. Disponível em: <http://www.isa.utl.pt/dm/sig/sig/SIGconceitos.html> [Acedido em 2011.02.12 2011]
- ALAMEH, N. 2003. Chaining Geographic Information Web Services. *IEEE Internet Computing*, 7, 22-29
- ALESCHEIKH, A., HELALI, H. & BEHROZ, H. 2002. Web GIS: Technologies and Its Applications. *Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications*. Ottawa
- AMORIM, A. 2010. *Anatomia de uma arquitectura Web SIG | Inovação em Sistemas de Informação* [Online]. Sandro Batista's Blog. Disponível em: <http://blog.sandrobatista.com/2010/04/28/anatomia-de-uma-arquitectura-web-sig/> [Acedido em 2011.08.06]
- ANTUNES, S. 2007. *Integração dos SIG/WEBSIG na Formação Inicial de Docentes do 1º Ciclo do Ensino Básico*. Mestrado, Universidade Nova de Lisboa
- AUTODESK. 2011. *Autodesk - Our Story* [Online]. Disponível em: <http://south-apac.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=1157326&id=13593063>
- BARRIGUINHA, A. F. 2008. *ECO@GRO DIGITAL - Uma ferramenta WebGIS de apoio na consultadoria e gestão agro-florestal*. Mestrado, Universidade Nova de Lisboa
- BEAUJARDIERE, J. D. L. 2006. OpenGis Web Map Server Implementation Specification. Open Geospatial Consortium Inc
- BEAUMONT, P., LONGLEY, P. A. & MAGUIRE, D. J. 2005. Geographic information portals— a UK perspective. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 49-69
- BONNICI, A. M. 2005. Web GIS Software Comparison Framework. Sir Sandford Fleming College.
- BOYD, E. & KILANI, O. 2004. *PostgreSQL: About* [Online]. Disponível em: <http://www.postgresql.org/about/> [Acedido em 2011.04.23]
- CLELAND-HUANG, J., SETTIMI, R., ZOU, X. & SOLC, P. 2007. Automated classification of non-functional requirements. *Requirements Eng*, 12, 103-120.
- CONSORTIUM, O. G. 2011. *About OGC | OGC(R)* [Online]. Disponível em: <http://www.opengeospatial.org/ogc>
- COX, S., CUTHBERT, A., LAKE, R. & MARTELL, R. 2002. OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Implementation Specification. Open Geospatial Consortium Inc.
- CUI, L., CAO, Y. & MU, X. 2011. A novel WebGIS system based on Ajax. *SoCPaR*. Dalian 116026, China: IEEE

- DEEGREE, P. 2011. *Deegree Webservices* [Online]. Disponível em: <http://download.deegree.org/documentation/html/index.html>
- DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRAFICA, G. E. E. 2011. *Engenharia Geográfica - DEGGE/FCUL* [Online]. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://enggeografica.fc.ul.pt/> [Acedido em 2011.04.30]
- ESOP. 2011. *ESOP - Compras Públicas* [Online]. Disponível em: <http://www.esop.pt/compras-publicas/introducao/> [Acedido em 2011.08.30]
- ESRI. 2011. *Esri Portugal* [Online]. Disponível em: <http://www.esriportugal.pt/esri-portugal/> [Acedido em 2011.06.23]
- FELLER, J., FITZGERALD, B., HISSAM, S. A. & LAKHANI, K. R. 2005. *Perspectives on Free and Open Source Software*, Massachusetts Institute of Technology, The MIT Press
- FOOTE, K. E. & KIRVAN, A. P. 1997. *WebGIS. NCGIA Core Curriculum in GIScience* [Online]. Disponível em: [http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133\\_f.html](http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133_f.html)
- FROZZA, A. A. & MELLO, R. D. S. 2006. A Method for Defining Semantic Similarity between GML Schemas. *Advances in Geoinformatics*. VIII Brazilian Symposium on Geoinformatics: GeoInfo
- FU, P. & SUN, J. 2010. GIS in the Web Era. *Web GIS: Principles and Applications*. ESRI Press.
- GEOEXT. 2011a. *GeoExt Legend Panel* [Online]. Disponível em: <http://api.geoext.org/1.1/examples/legendpanel.html> [Acedido em 2011-07-12]
- GEOEXT. 2011b. *JavaScript Toolkit for Rich Web Mapping Applications — GeoExt v1.1* [Online]. Disponível em: <http://www.geoext.org/index.html>
- GEOMAJAS. 2011. *Tablelands Regional Council Maps* [Online]. Disponível em: <http://maps.trc.qld.gov.au/>
- GEOSERVER. 2010. *GeoServer User Manual — GeoServer 2.1.x User Manual* [Online]. Disponível em: <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/> [Acedido em 2011.04.23]
- GRAEF, P. D., MOERLOOSE, J. D., AUWERA, J. V. D. & WYNANTS, F. 2010. *Geomajas user guide for developers* [Online]. Disponível em: <http://files.geomajas.org/maven/trunk/geomajas/docbook-devuserguide/html/master.html#section-about-this-project>
- INITIATIVE, O. S. 2011. *The Open Source Definition* [Online]. Disponível em: <http://opensource.org/docs/osd>
- INTERGRAPH. 2011. *Acerca de Nós | Intergraph* [Online]. Disponível em: [http://www.intergraph.com/global/pt/about\\_us/default.aspx](http://www.intergraph.com/global/pt/about_us/default.aspx) [Acedido em 2011.08.22]
- JESUS, J. D. 2010. *PyWPS* [Online]. Disponível em: <http://pywps.wikispaces.com/History> [Acedido em 2011.04.29]
- KARLSSON, A. 2010. *MySQL :: GIS and Spatial Extensions with MySQL*. Disponível em: <http://dev.mysql.com/tech-resources/articles/4.1/gis-with-mysql.html> [Acedido em 2011.04.23]
- KOU-GEN, Z., RAHIN, S. T. & YUN-HE, P. 2000. WEB GIS: Implementation Issues. *Chinese Geographical Science*, 10, 74-79.
- LO, C. P. & YEUNG, A. K. Y. 2007. *Concepts and Techniques of Geographic Information Systems*, Prentice Hall.
- LUPP, M. 2007. *Styled Layer Descriptor profile of the Web Map Service Implementation Specification*. Open Geospatial Consortium Inc.
- MAGUIRE, D. J. & LONGLEY, P. A. 2005. The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 3-14.
- MAPFISH. 2011. *MapFish — MapFish* [Online]. Disponível em: <http://www.mapfish.org/>
- MAPGUIDE. 2011. *maestro – MapGuide Open Source* [Online]. Disponível em: <http://trac.osgeo.org/mapguide/wiki/maestro>
- MAPSERVER. 2010. *About — MapServer 5.6.6 documentation* [Online]. Minnesota. Disponível em: <http://mapserver.org/about.html> [Acedido em 2011.04.23]
- MATOS, J. L. D. 2001. *Fundamentos da Informação Geográfica*, Lidel - Edições Técnicas, Lda.

- MAVEN. 2011. *Maven - What is Maven?* [Online]. Repository. Disponível em: <http://maven.apache.org/what-is-maven.html> [Acedido em 2011-07-15]
- MICHAEL F, G. 2009. Geographic information systems and science: today and tomorrow. *Procedia Earth and Planetary Science*, 1, 1037-1043.
- MICHAEL G, T. 2005. Implementing geoportals: applications of distributed GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 33-47.
- MORENO-RIVERA, J. M. & NAVARRO, E. 2011. Evaluation of SPL Approaches for WebGIS Development: SIGTel, a Case Study: IEEE.
- MYSQL. 2011. *MySQL 5.5 Reference Manual: Functions for Testing Spatial Relations Between Geometric Objects* [Online]. Disponível em: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/functions-for-testing-spatial-relations-between-geometric-objects.html>
- MÜLLER, M. 2006. Symbology Encoding Implementation Specification. Open Geospatial Consortium Inc
- OPENGEO. 2011a. *OpenGeo : OpenGeo Suite* [Online]. Disponível em: <http://opengeo.org/products/suite/>
- OPENGEO. 2011b. *OpenGeo – GeoExplorer Preview* [Online]. Disponível em: <http://blog.opengeo.org/2009/06/17/geoexplorer-preview/>
- OPENLAYERS. *OpenLayers: Home* [Online]. Disponível em: <http://openlayers.org/>.
- OPENLAYERS. 2011. *OpenLayers: Home* [Online]. Disponível em: <http://openlayers.org/> [Acedido em 2011.04.25]
- OSGEO. 2011a. *deegree iGeoPortal screenshot | OSGeo.org* [Online]. Disponível em: <http://www.osgeo.org/node/715?size=preview> [Acedido em 2011-08-11.
- OSGEO. 2011b. *deegree iGeoPortal screenshot | OSGeo.org* [Online]. Disponível em: <http://www.osgeo.org/node/715>
- OSGEO. 2011c. *deegree Info Sheet | OSGeo.org* [Online]. Disponível em: <http://www.osgeo.org/deegree>
- OSGEO. 2011d. *Mapbender - OSGeo Wiki* [Online]. Disponível em: <http://wiki.osgeo.org/wiki/Mapbender>
- OSGEO. 2011e. *MapGuide Project Home | MapGuide Open Source* [Online]. Disponível em: <http://mapguide.osgeo.org/>
- OSGEO. 2011. *The Open Source Geospatial Foundation* [Online]. Disponível em: <http://www.osgeo.org/>
- P.MAPPER. 2011. *p.mapper - a MapServer PHP/MapScript Framework* [Online]. Disponível em: <http://www.pmapper.net/> 2011].
- PERCIVALL, G. 2010a. The application of open standards to enhance the interoperability of geoscience information. *International Journal of Digital Earth*, 3:S1, 14-30.
- PERCIVALL, G. 2010b. The application of open standards to enhance the interoperability of geoscience information. *INTERNATIONAL JOURNAL OF DIGITAL EARTH*, 3, 14-30.
- POINT. 2011. *POINT Treinamento & Consultoria* [Online]. Disponível em: <http://www.pointtreinamentos.com.br/noticias.html>
- PORTELE, C. 2007. OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard. Open Geospatial Consortium Inc.
- POSTGIS. 2011. *PostGIS : Home* [Online]. Disponível em: <http://postgis.refractory.net/>
- POSTGRESQL. 2011. *pgAdmin: PostgreSQL administration and management tools* [Online]. Disponível em: <http://www.pgadmin.org/index.php>
- REYNOLDS, H. 1997. An Introduction To Geographical Information Systems (GIS).
- RIBEIRO, M. 2006. *Os sistemas de informação geográfica na actividade das seguradoras*. Master, Universidade de Aveiro.
- SANTELLI, S., HODGSON, C., RAMSEY, P., LOUNSBURY, J. & BLASBY, D. 2007. *Manual PostGIS* [Online]. Disponível em: <http://www.webgis.com.br/postgis/index.html>
- SCHUT, P. 2007. OpenGIS Web Processing Service - version 1.0.0. Open Geospatial Consortium Inc

- SENCHA. 2010. *Overview - Sencha - Learn* [Online]. Disponível em: <http://www.sencha.com/learn/Overview#Where is the source code and how to access to SVN.3F>
- STEINIGER, S. & HUNTER, A. J. S. 2010. Free and Open Source GIS Software for Building a Spatial Data Infrastructure
- SUTTON, T., DASSAU, O. & SUTTON, M. 2009. A Gentle Introduction to GIS. *Brought to you with Quantum GIS, a Free and Open Source Software GIS application for everyone.*: Spatial Planning and Information, Department of Land Affairs, Eastern Cape. (April, 2009)
- TOMLINSON, R. F. 1990. Geographic Information Systems - a new frontier. *Introductory readings in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis.
- UMAR, M. & NAEEM AHMED, K. 2011. Analyzing Non-Functional Requirements (NFRs) for software development. Islamabad, Pakistan: IEEE
- VRETANOS, P. 2005. Web Feature Service Implementation Specification. Open Geospatial Consortium Inc
- WHITESIDE, A. & EVANS, J. D. 2008. Web Coverage Service (WCS) Implementation Standard
- WILSON, T. 2008. OGC® KML - versão 2.2.0. Open Geospatial Consortium Inc.
- ZHAO, P., YU, G. & DI, L. 2007. Geospatial Web Services. *In: PUBLISHING, I. G. (ed.) Emerging Spatial Information Systems and Applications*

# Anexos

# Anexo 1 - Identificação de Requisitos Funcionais

O desenvolvimento da aplicação “GeoWebConfig” levou à identificação de requisitos através da linguagem de modelação UML. Das várias plataformas disponíveis, foi seleccionada a plataforma Visual Paradigm for UML9.0, Enterprise Edition, que apesar de limitada por se tratar de uma edição de avaliação por um período de trinta dias, permite criar os diagramas mais representativos de linguagem, disponibilizando ferramentas para elaboração de relatórios muito completos, dos quais serão apresentadas algumas informações mais relevantes.

Segue-se a descrição de casos de uso e apresentação de diagramas de casos de uso de uso (Ilustração 1), diagramas de actividade e diagramas de sequência utilizando a referida linguagem.

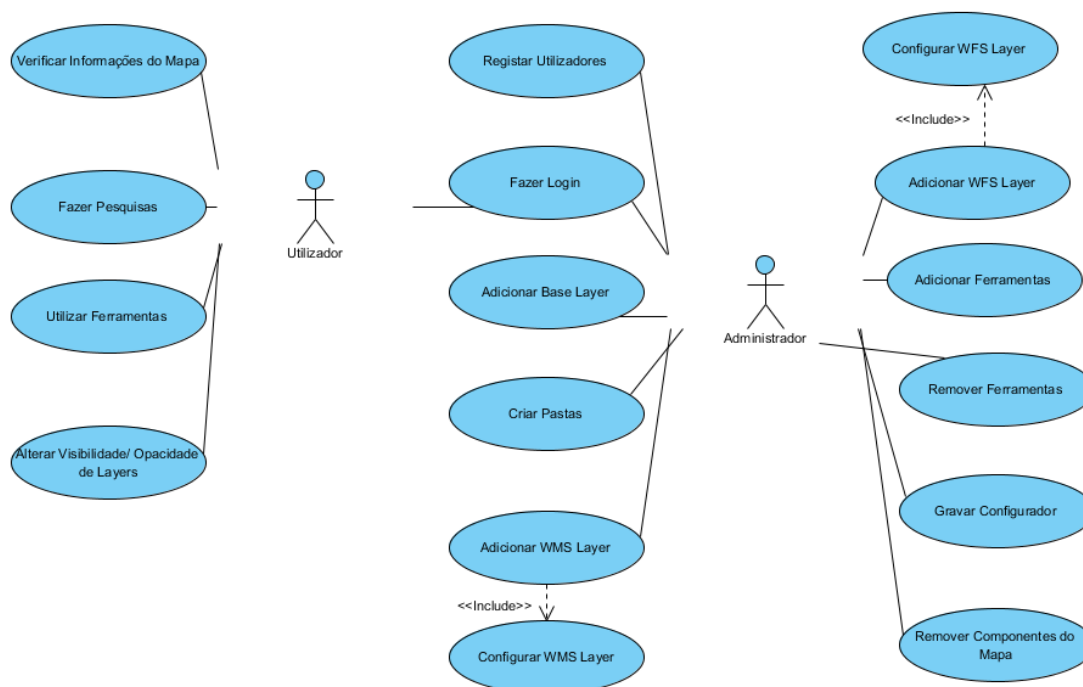




















Ilustração 1 - Diagrama de Casos de Uso

## Casos de Uso

Nome	Documentação
 Utilizador	Utilizador final da Aplicação
 Administrador	Administrador do sistema - construirá as configurações para cada utilizador
 Registrar Utilizadores	Permite o registo de novos utilizadores para as configurações definidas pelo administrador
 Fazer Login	Descrever a forma de se ligar à aplicação
 Adicionar Base Layer	Permitir adicionar Temas base ao mapa
 Criar Pastas	Criar pasta para melhorar a organização das legendas das camadas introduzidas no mapa
 Adicionar WMS Layer	Permitir adicionar novas camadas ao mapa do tipo WMS
 Configurar WMS Layer	Permitir a configuração de novas camadas WMS que serão adicionadas ao mapa
 Adicionar WFS Layer	Permitir adicionar novas camadas WFS ao mapa
 Configurar WFS Layer	Permitir a configuração de novas camadas WFS a serem adicionadas ao mapa
 Adicionar Ferramentas	Permitir adicionar ferramentas pré configuradas para gestão de informações sobre o mapa
 Remover Ferramentas	Permitir a remoção de ferramentas já adicionadas ao mapa e ficheiro de configuração
 Remover Componentes do Mapa	Permitir remover quer pastas, quer camadas previamente adicionadas ao mapa
 Gravar Configurador	Permitir a gravação do ficheiro de configuração atribuindo a um utilizador registado ou ao próprio administrador para posterior retoma da configuração
 Utilizar Ferramentas	Permite a utilização de ferramentas pré configuradas
 Alterar Visibilidade/ Opacidade de Layers	Permite alterar a visibilidade e/ou a opacidade de camadas

 Fazer Pesquisas	Permitir fazer pesquisas alfanuméricas sobre as camadas que o permitam, no mapa
 Verificar Informações do Mapa	Permitir visualizar informações sobre as camadas existentes no mapa



## Descrição dos Casos de Uso



### Registar Utilizadores

#### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permite o registo de novos utilizadores para as configurações definidas pelo administrador
ID	UC01
Justificação	Sem utilizadores não será possível gravar informação para estes

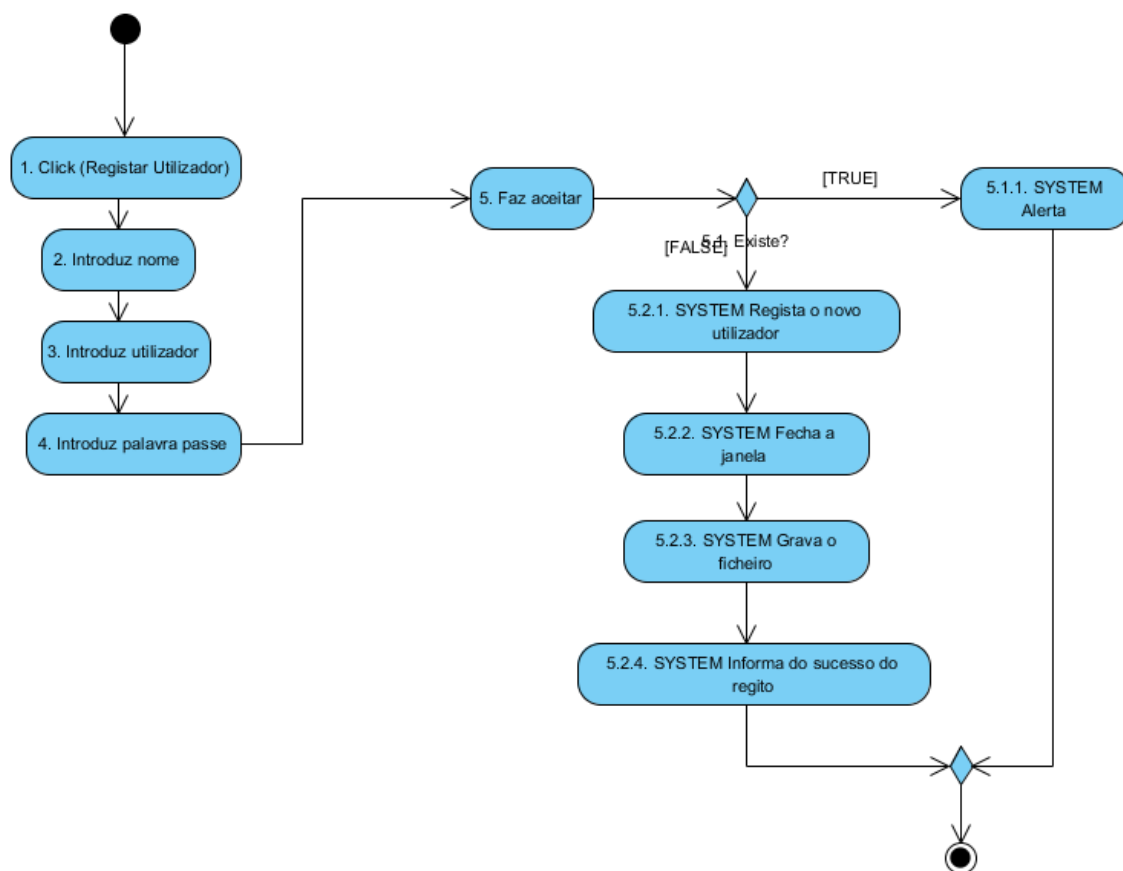
#### Fluxo de Eventos

1.Click (Registar Utilizador)
2.Introduz nome
3.Introduz utilizador
4.Introduz palavra passe
5.Faz aceitar
5.1. <b>if</b> Existe
5.1.1. <b>SYSTEM</b> Alerta
5.2. <b>else</b>
5.2.1. <b>SYSTEM</b> Regista o novo utilizador
5.2.2. <b>SYSTEM</b> Fecha a janela
5.2.3. <b>SYSTEM</b> Grava o ficheiro
5.2.4. <b>SYSTEM</b> Informa do sucesso do registo
<b>end if</b>

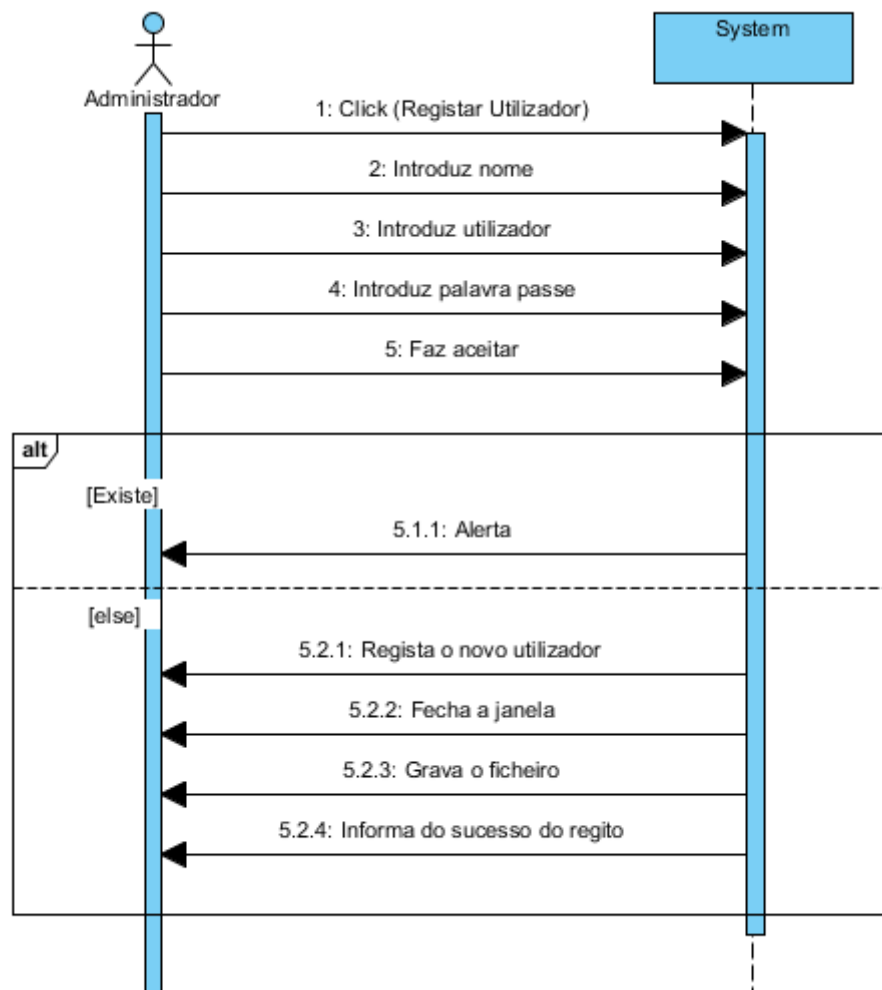
### Detalhes

Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Baixa
Estado do Caso de Uso	Inicial
Situação da implementação	Completo
Pré Condições	O registo do utilizador ainda não foi feito
Pós Condições	O registo ser feito com sucesso
Pressupostos	Permite o registo de novos utilizadores Assume-se que se trata do administrador

### Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência





### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Descrever a forma de se ligar à aplicação
ID	UC02
Justificação	Sem fazer correctamente o login não consegue entrar na aplicação

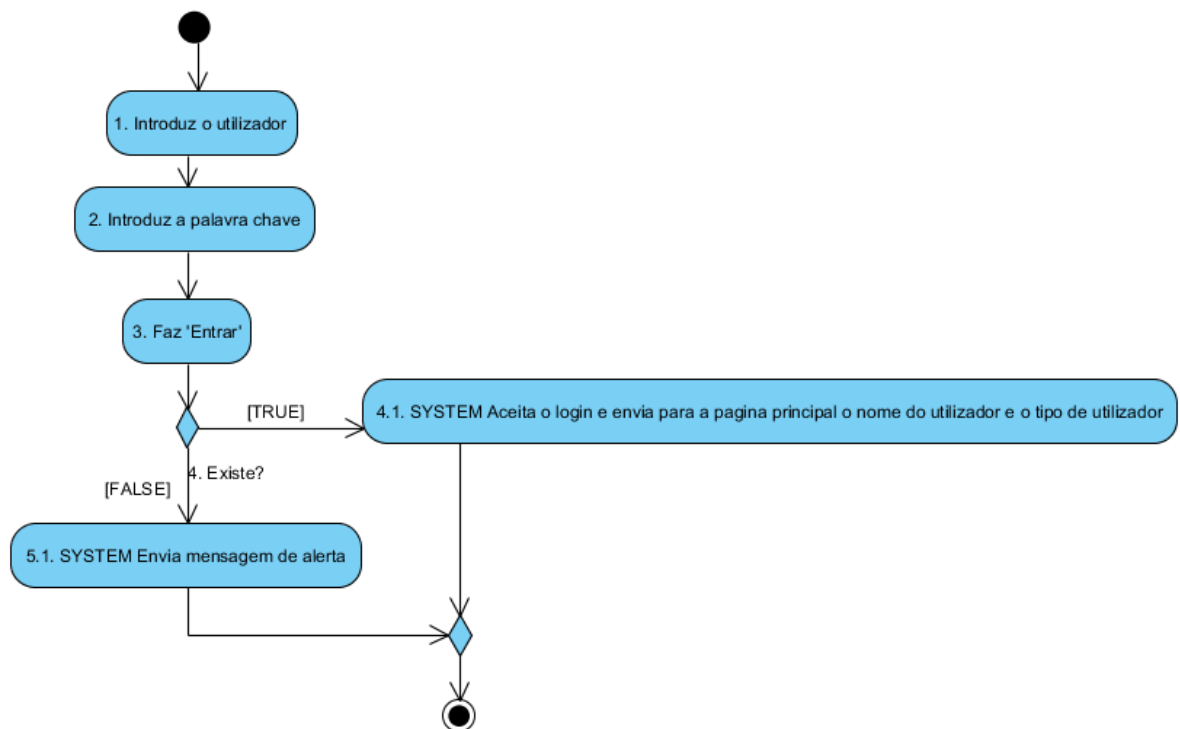
### Fluxo de Eventos

1.Introduz o utilizador
2.Introduz a palavra-chave
3.Faz 'Entrar'
4. <b>if</b> Existe
4.1. <b>SYSTEM</b> Aceita o login e envia para a pagina principal o nome do utilizador e o tipo de utilizador
5. <b>else</b>
5.1. <b>SYSTEM</b> Envia mensagem de alerta
end if

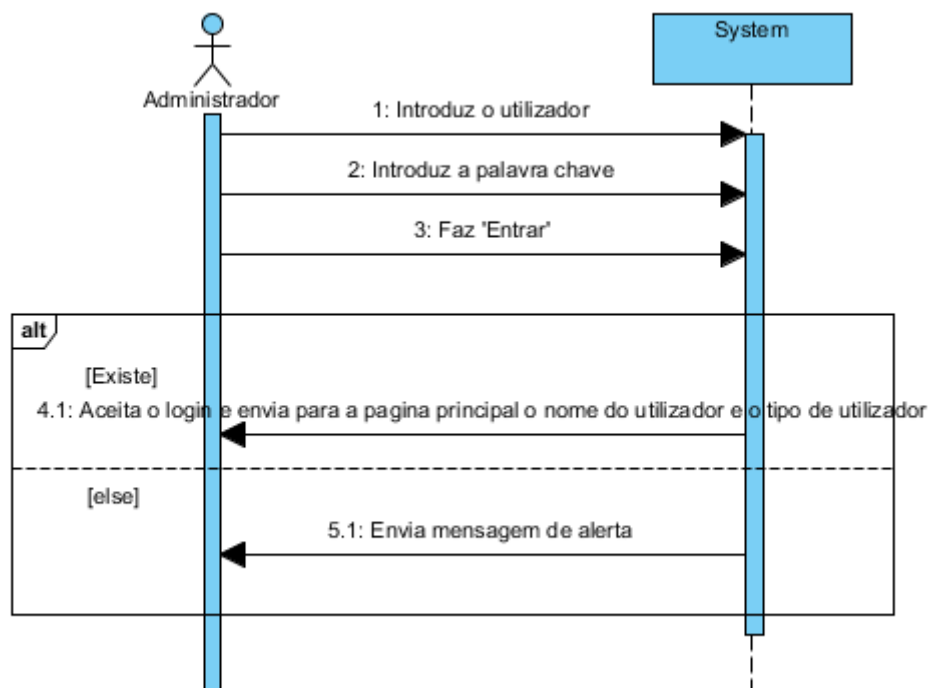
### Detalhes

Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Baixa
Situação do Caso Uso	Base
Situação da implementação	Completa
Pré Condições	O utilizador estar registado
Pós condições	Ser feito o Login
Pressupostos	Existir ficheiro de registo de utilizadores

## Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência





## Adicionar Base Layer


### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir adicionar BaseLayers ao mapa
ID	UC03
Justificação	A necessidade de ter mais que uma camada base

### Fluxo de Eventos

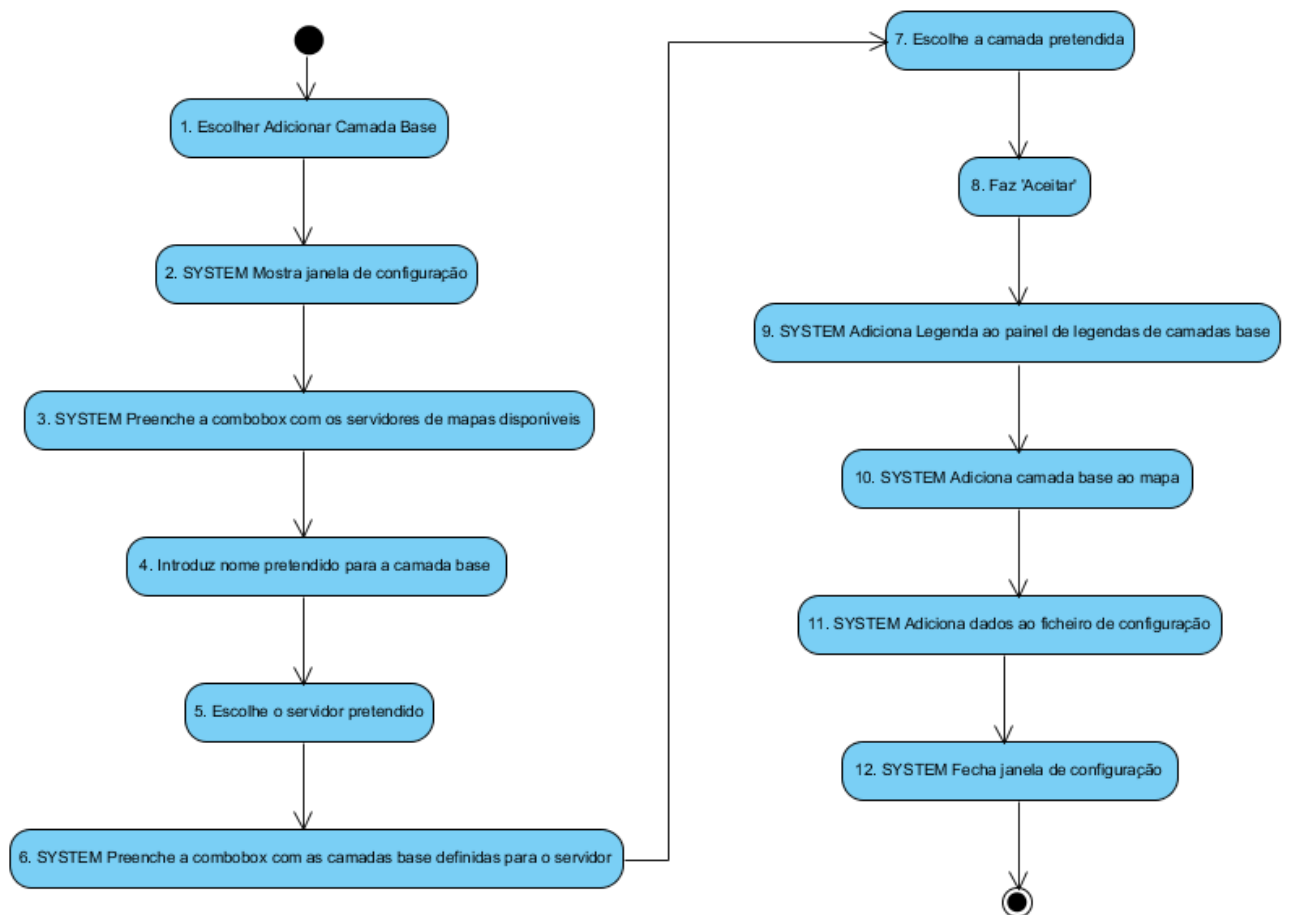
1. Escolher Adicionar Camada Base
2. <b>SYSTEM</b> Mostra janela de configuração
3. <b>SYSTEM</b> Preenche a combobox com os servidores de mapas disponíveis
4. Introduz nome pretendido para a camada base
5. Escolhe o servidor pretendido
6. <b>SYSTEM</b> Preenche a combobox com as camadas base definidas para o servidor
7. Escolhe a camada pretendida
8. Faz 'Aceitar'
9. <b>SYSTEM</b> Adiciona Legenda ao painel de legendas de camadas base
10. <b>SYSTEM</b> Adiciona camada base ao mapa
11. <b>SYSTEM</b> Adiciona dados ao ficheiro de configuração
12. <b>SYSTEM</b> Fecha janela de configuração

### Detalhes

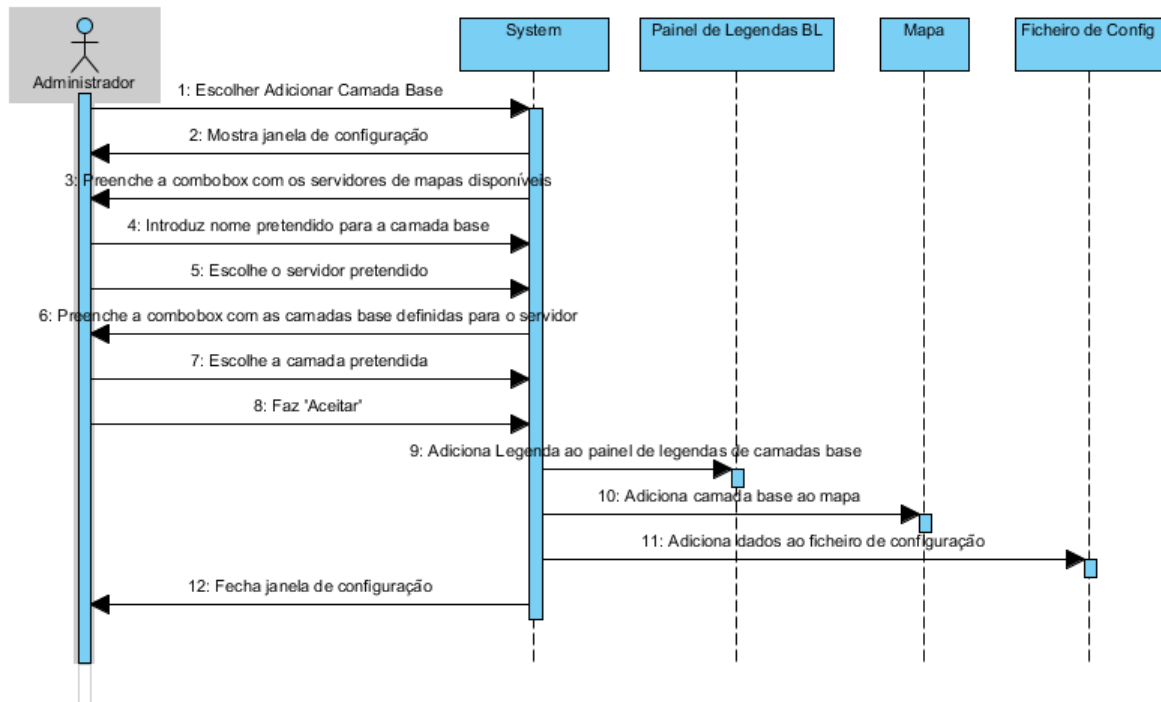
Nome	Valor
Complexidade	Baixa
Situação do Caso Uso	Completo
Situação da implementação	Completa
Pré Condições	 Fazer Login

	Ser o Administrador
Pós condições	Ser adicionada uma nova camada base e activá-la Ser adicionada a informação dessa camada base ao ficheiro de configuração
Pressupostos	Existirem definidos os servidores e as camadas de base de cada servidor para mapas

### Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência







## Criar Pastas


### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Criar pasta para melhorar a organização das legendas das camadas introduzidas no mapa
ID	UC04
Justificação	Organizar as camadas adicionadas ao mapa

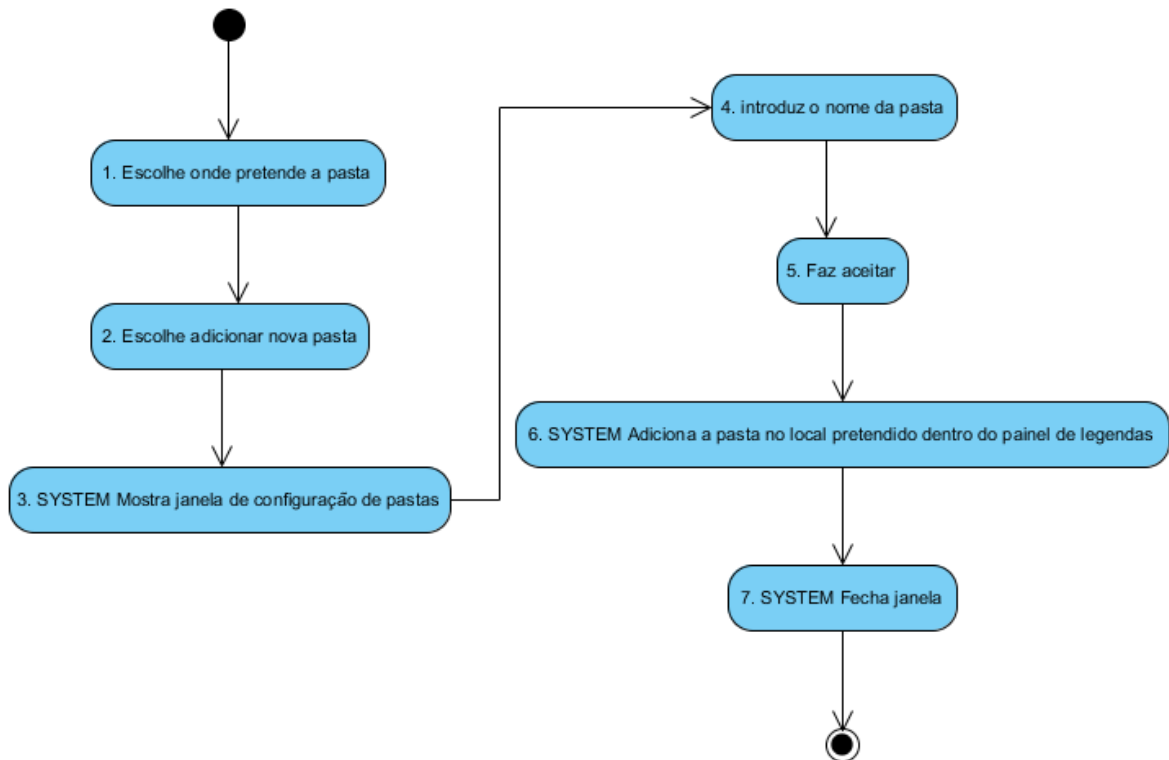
### Fluxo de Eventos

1. Escolhe onde pretende a pasta
2. Escolhe adicionar nova pasta
3. <b>SYSTEM</b> Mostra janela de configuração de pastas
4. Introduce o nome da pasta
5. Faz aceitar
6. <b>SYSTEM</b> Adiciona a pasta no local pretendido dentro do painel de legendas
7. <b>SYSTEM</b> Adiciona as informações da ao ficheiro de configuração
8. <b>SYSTEM</b> Fecha janela

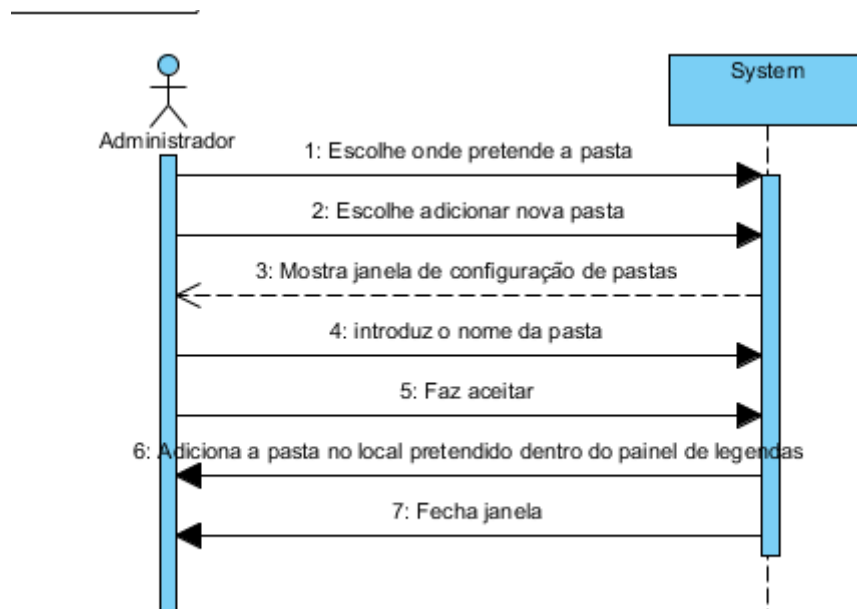
### Detalhes

Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Baixo
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Completo
Pré Condições	 Fazer Login
Pós Condições	Ser criada a pasta pretendida Ser adicionada à árvore de legendas Ser adicionada ao ficheiro de configuração
Pressupostos	Existir a árvore de legendas

## Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência






## Adicionar WMS Layers


### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir adicionar novas camadas ao mapa do tipo WMS
ID	UC05
Justificação	Necessário adicionar camadas do tipo WMS ao mapa

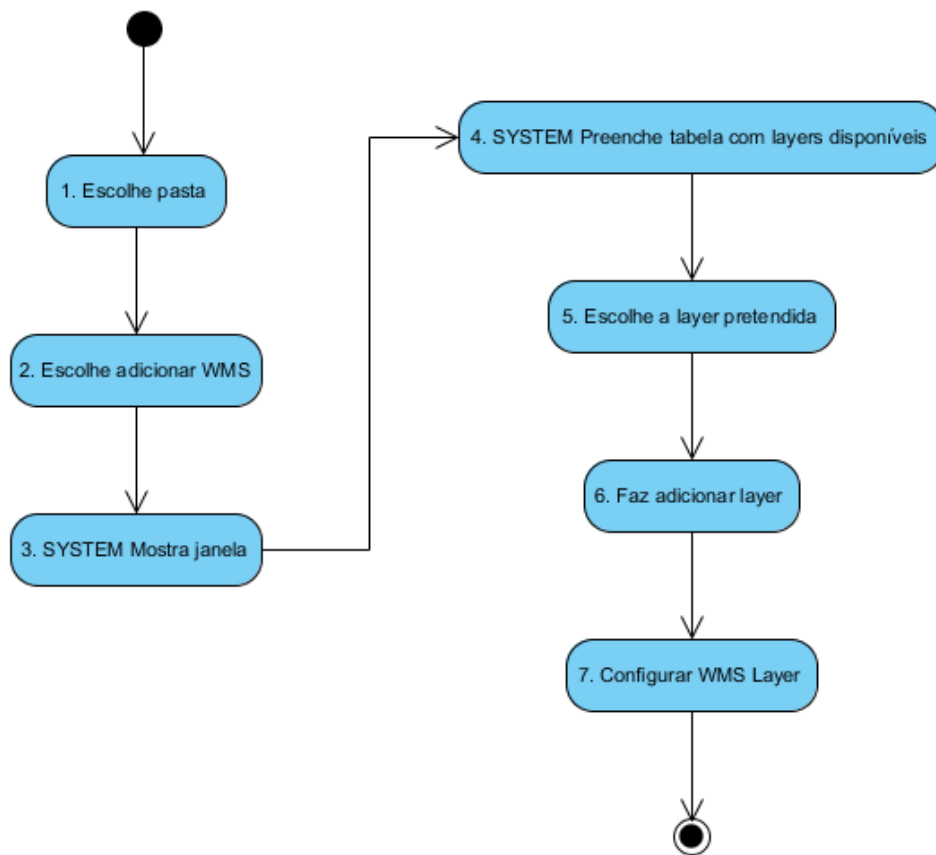
### Fluxo de Eventos

1. Escolhe pasta
2. Escolhe adicionar WMS
3. <b>SYSTEM</b> Mostra janela
4. <b>SYSTEM</b> Preenche tabela com layers disponíveis
5. Escolhe a layer pretendida
6. Faz adicionar layer
7.  Configurar WMS Layer

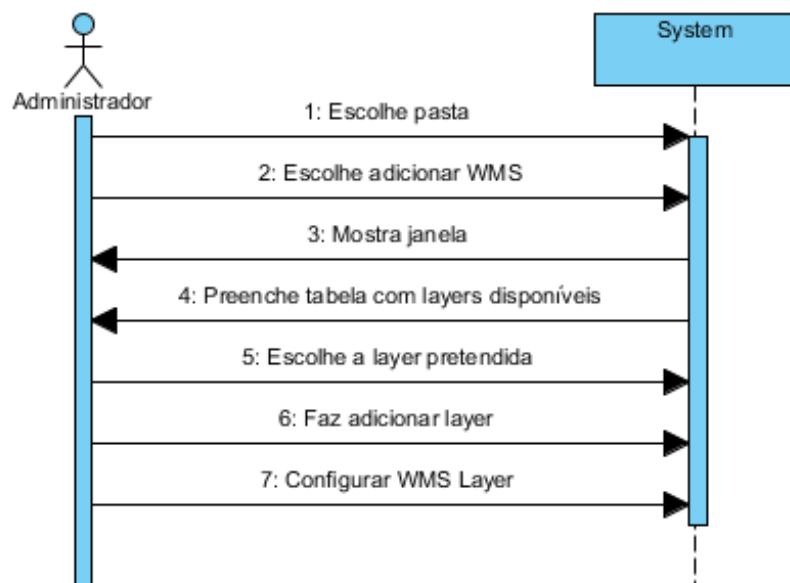
### Detalhes

Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Médio
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Parcialmente Completo
Pré Condições	 Fazer Login; Ser o administrador
Pós Condições	Ser Preenchida a tabela com a lista de camadas disponíveis no servidor
Pressupostos	Existir ligação ao servidor Existirem camadas do tipo WMS publicadas no servidor O servidor devolver a lista de capacidades

### Diagrama de Actividade



### Diagrama de Sequência





## Configurar WMS Layer

### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir a configuração de novas camadas WMS que serão adicionadas ao mapa
ID	UC06
Justificação	Melhorar/Diversificar a aparência das camadas WMS

### Fluxo de Eventos

1. <b>SYSTEM</b> Mostra Janela de configuração
2. Atribuir nome a camada
3. Escolhe se estará visível
4. Escolhe entre que escalas estará visível
5. Escolher se a camada é pesquisável
5.1. <b>if</b> Pesquisável
5.1.1. <b>SYSTEM</b> Liberta Tab de campos pesquisáveis
5.1.2. <b>SYSTEM</b> Liberta Tab de adição de html
5.1.3. Escolhe campos pesquisáveis
5.1.4. Adiciona html para apresentação de resultados
<b>end if</b>
6. Define simbologia
6.1. <b>if</b> SLD
6.1.1. Define SLD
6.2. <b>else</b>
6.2.1. Escolhe estilo pré-definido
<b>end if</b>
7. Faz Aceitar
8. <b>SYSTEM</b> Cria a camada com as configurações definidas
9. <b>SYSTEM</b> Adiciona camada ao mapa
10. <b>SYSTEM</b> Adiciona configuração da camada ao ficheiro de configuração

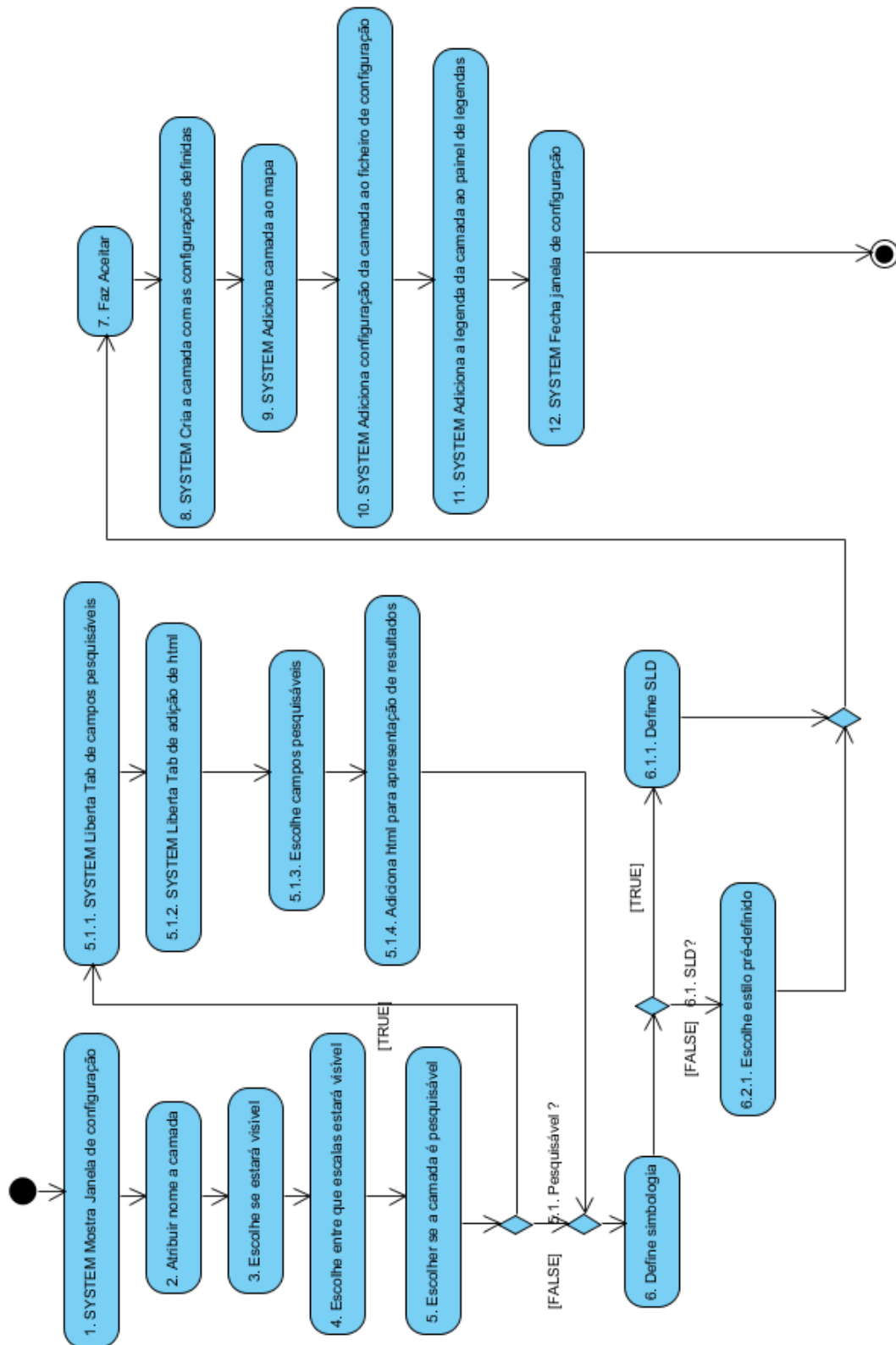
11. **SYSTEM** Adiciona a legenda da camada ao painel de legendas

12. **SYSTEM** Fecha janela de configuração

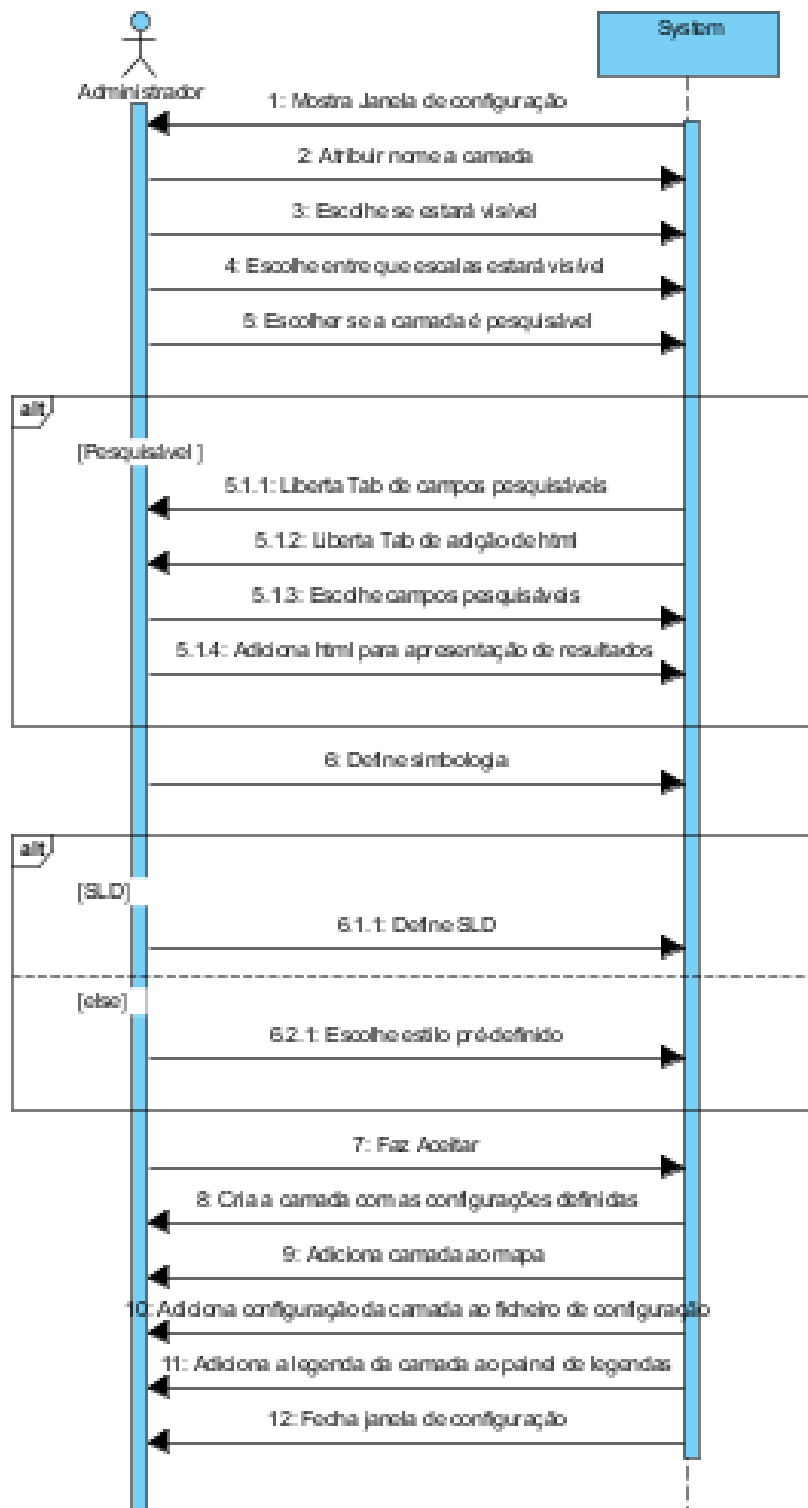
### *Detalhes*

Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Médio
Situação do Caso Uso	Completa
Situação da implementação	Completa
Pré Condições	Ser escolhida a camada a adicionar
Pós condições	A informação necessária ter sido bem configurada A camada ser adicionada ao mapa A informação da Camada ser adicionada ao objecto de configuração A legenda da camada ser adicionada ao painel de legendas
Autor	Administrador
Pressupostos	Que a camada é do tipo WMS O administrador tem alguns conhecimentos da configuração necessária

## Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência








## Adicionar WFS Layers


### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir adicionar novas camadas WFS ao mapa
ID	UC07
Justificação	Necessário adicionar camadas do tipo WFS ao mapa

### Fluxo de Eventos

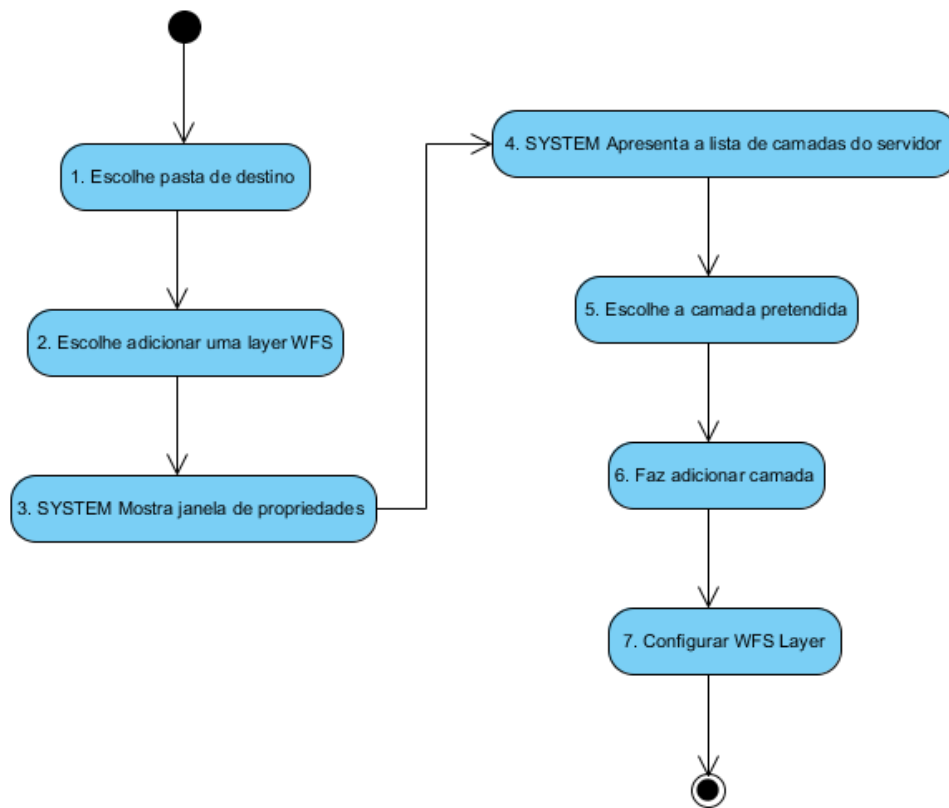
1. Escolhe pasta de destino
2. Escolhe adicionar uma layer WFS
3. <b>SYSTEM</b> Mostra janela de propriedades
4. <b>SYSTEM</b> Apresenta a lista de camadas do servidor
5. Escolhe a camada pretendida
6. Faz adicionar camada
7.  Configurar WFS Layer

### Detalhes

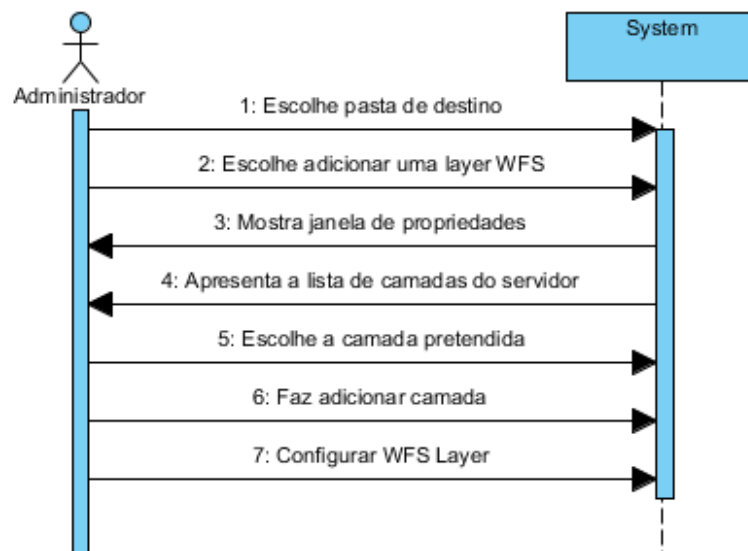
Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Médio
Situação do Caso Uso	Completa
Situação da implementação	Parcial Completa
Pré Condições	 Fazer Login Ser Administrador
Pós condições	Ser apresentada a tabela com a lista de camadas disponíveis no servidor Ser possível escolher uma camada
Autor	Administrador
Pressupostos	Existir ligação ao servidor Existirem camadas do tipo WFS publicadas no servidor

O servidor devolver a lista de capacidades

### Diagrama de Actividade



### Diagrama de Sequência





## Configurar WFS Layer

### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir a configuração de novas camadas WFS a serem adicionadas ao mapa
ID	UC08
Justificação	Melhorar/Diversificar a aparência das camadas WFS

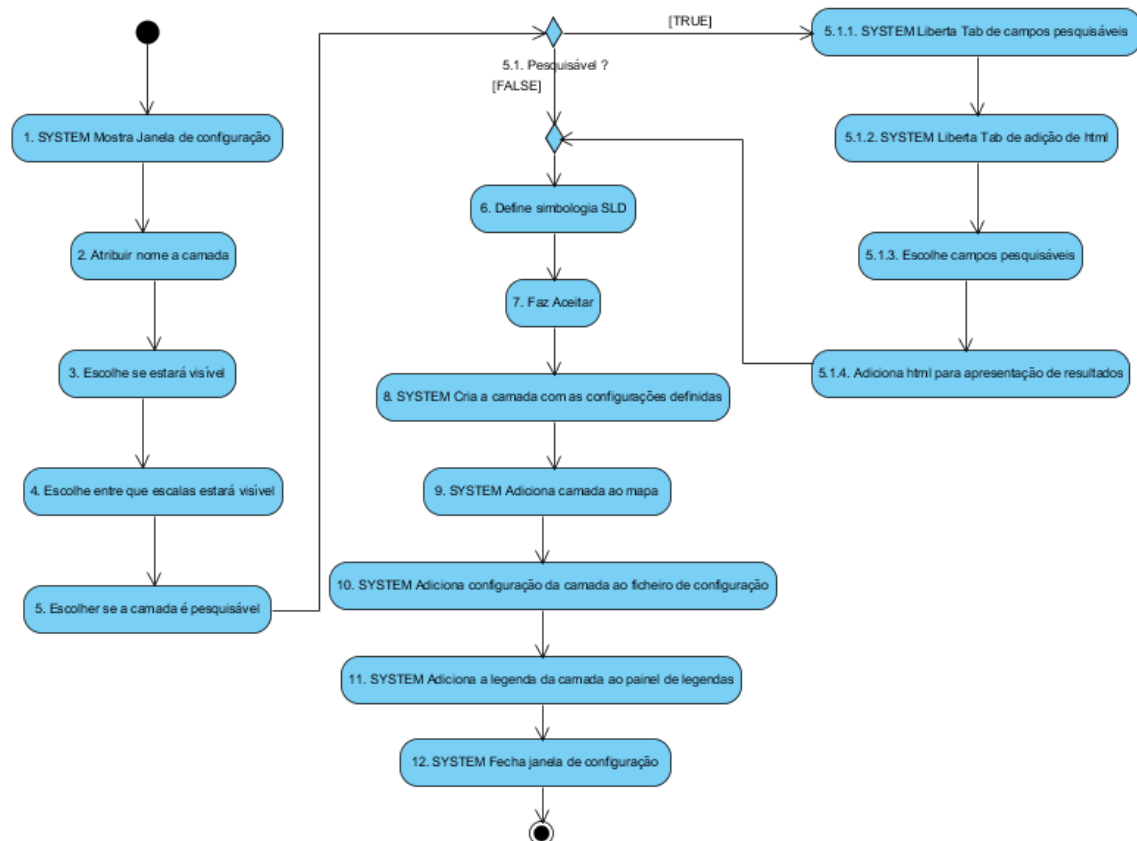
### Fluxo de Eventos

1. <b>SYSTEM</b> Mostra Janela de configuração
2. Atribuir nome a camada
3. Escolhe se estará visível
4. Escolhe entre que escalas estará visível
5. Escolher se a camada é pesquisável
5.1. <b>if</b> Pesquisável
5.1.1. <b>SYSTEM</b> Liberta Tab de campos pesquisáveis
5.1.2. <b>SYSTEM</b> Liberta Tab de adição de html
5.1.3. Escolhe campos pesquisáveis
5.1.4. Adiciona html para apresentação de resultados
<b>end if</b>
6. Define simbologia SLD
7. Faz Aceitar
8. <b>SYSTEM</b> Cria a camada com as configurações definidas
9. <b>SYSTEM</b> Adiciona camada ao mapa
10. <b>SYSTEM</b> Adiciona configuração da camada ao ficheiro de configuração
11. <b>SYSTEM</b> Adiciona a legenda da camada ao painel de legendas
12. <b>SYSTEM</b> Fecha janela de configuração

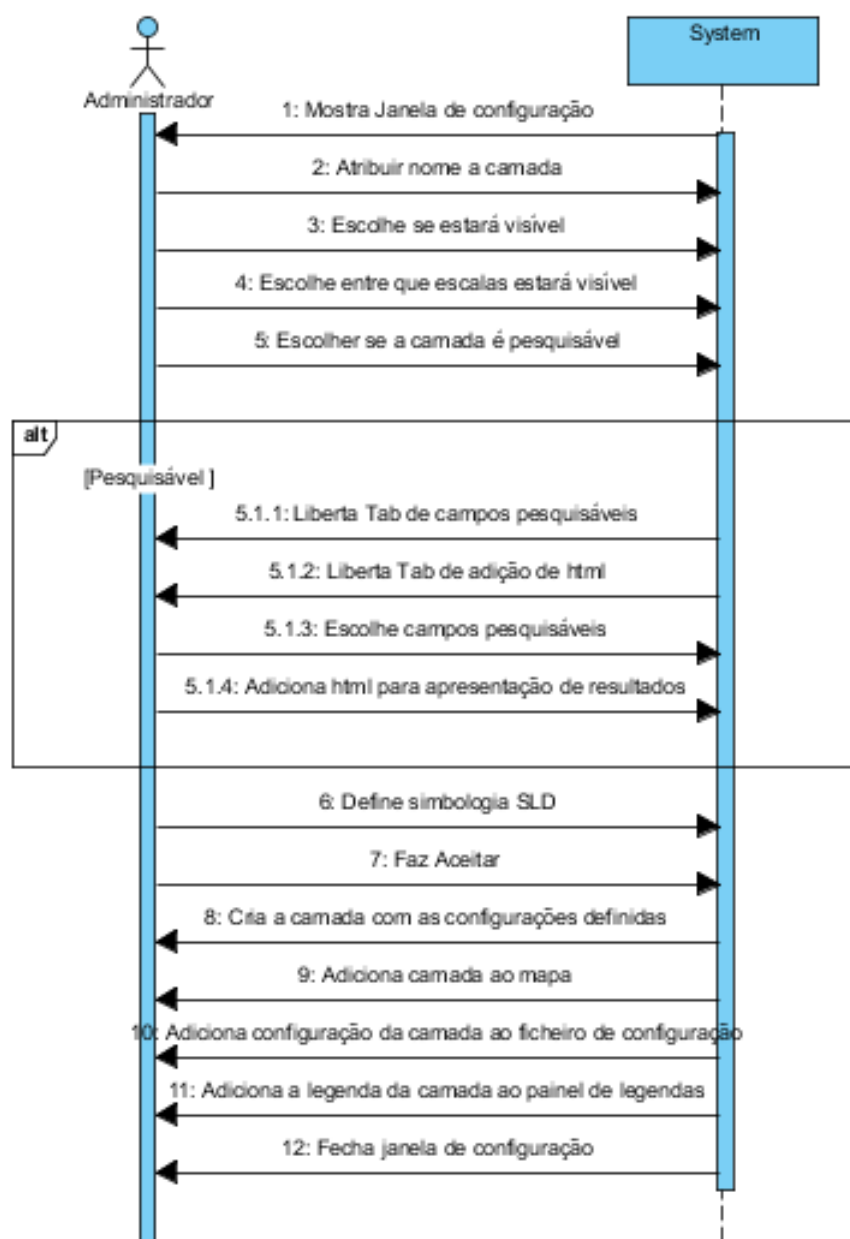
## Detalhes

Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Baixo
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Completo
Pré Condições	Ser a Administrador Ter escolhido uma camada do tipo WFS para configurar e adicionar ao mapa
Pós Condições	A camada ser configurada e adicionada ao mapa A configuração da camada ser adicionada ao ficheiro de configuração
Autor	Administrador
Pressupostos	A existência do ficheiro de configuração

## Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência





## Adicionar Ferramentas

### Descrição


Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir adicionar ferramentas pré configuradas para gestão de informações sobre o mapa
ID	UC09
Justificação	A navegação no mapa torna necessário adicionar algumas ferramentas

### Fluxo de Eventos

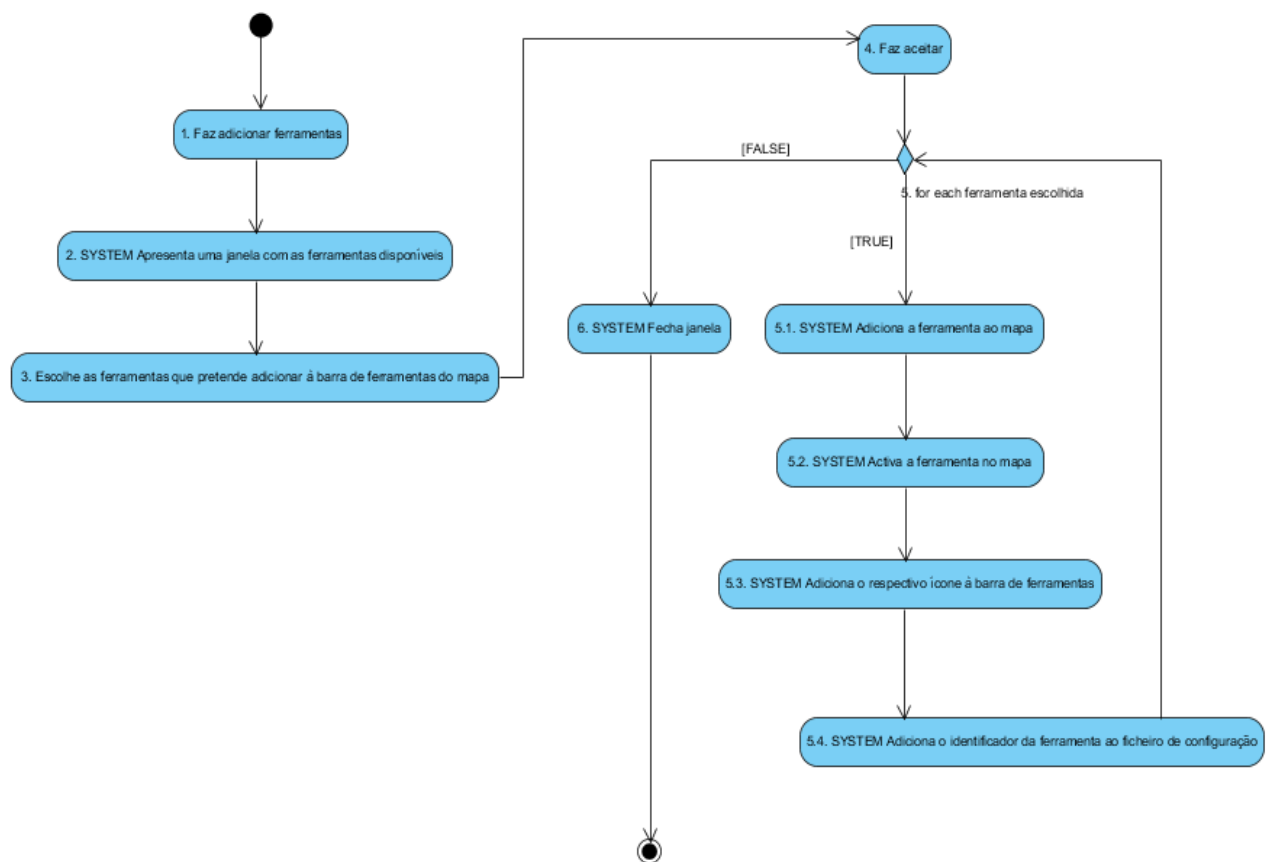
1.Faz adicionar ferramentas
2. <b>SYSTEM</b> Apresenta uma janela com as ferramentas disponíveis
3.Escolhe as ferramentas que pretende adicionar à barra de ferramentas do mapa
4.Faz aceitar
5. <b>for each</b> ferramenta escolhida
5.1. <b>SYSTEM</b> Adiciona a ferramenta ao mapa
5.2. <b>SYSTEM</b> Activa a ferramenta no mapa
5.3. <b>SYSTEM</b> Adiciona o respectivo ícone à barra de ferramentas
5.4. <b>SYSTEM</b> Adiciona o identificador da ferramenta ao ficheiro de configuração
end for each
6. <b>SYSTEM</b> Fecha janela

### Detalhes

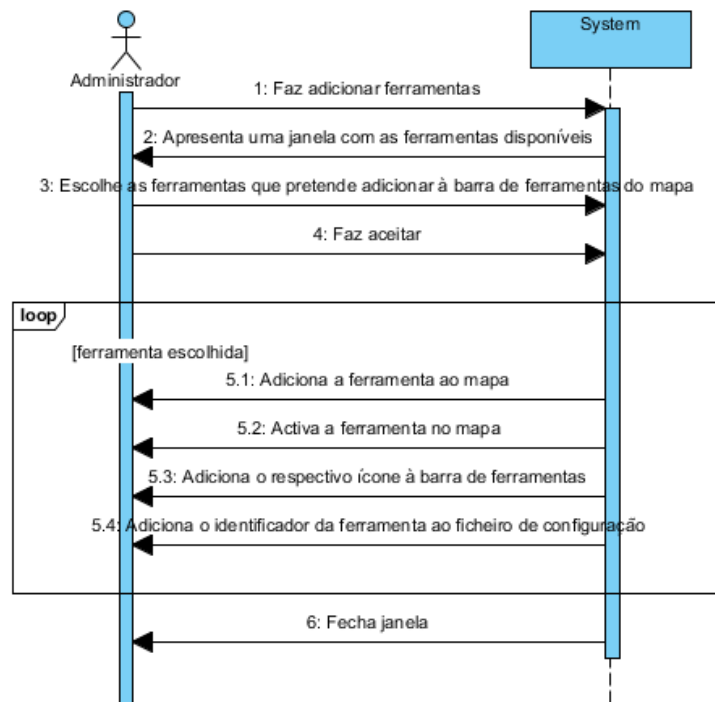
Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Médio
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Completo

Pré Condições	 Fazer Login Ser o Administrador
Pós Condições	Serem colocadas á disposição as ferramentas escolhidas Ficarem activas no mapa Ser adicionada a identificação da ferramenta ao ficheiro de configuração
Pressupostos	A existência de ferramentas pré configuradas a adicionar

### Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência







## Remover Ferramentas

### Descrição


Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir a remoção de ferramentas já adicionadas ao mapa e ficheiro de configuração
ID	UC11
Justificação	O administrador pode ter necessidade de remover alguma ferramenta já adicionada

### Fluxo de Eventos

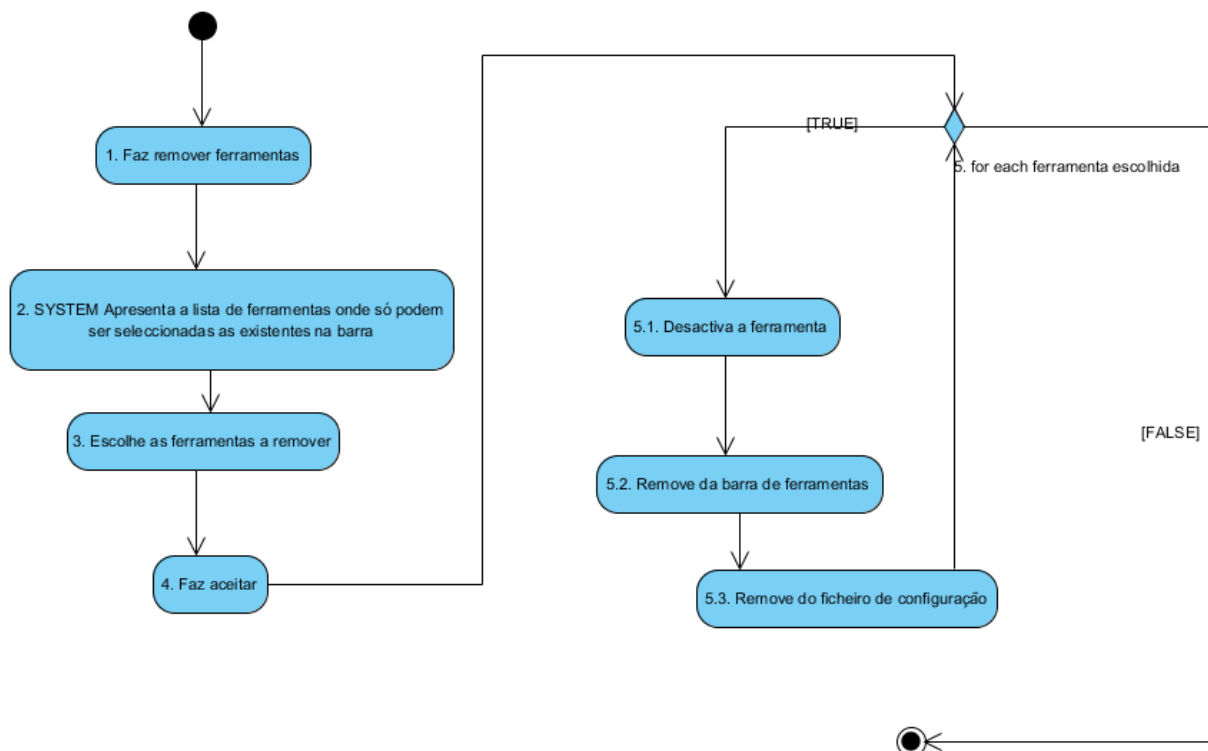
1. Faz remover ferramentas
2. <b>SYSTEM</b> Apresenta a lista de ferramentas onde só podem ser seleccionadas as existentes na barra
3. Escolhe as ferramentas a remover
4. Faz aceitar
5. <b>for each</b> ferramenta escolhida
5.1. <b>SYSTEM</b> Desactiva a ferramenta
5.2. <b>SYSTEM</b> Remove da barra de ferramentas
5.3. <b>SYSTEM</b> Remove do ficheiro de configuração
end for each
6. <b>SYSTEM</b> Fecha janela

### Detalhes

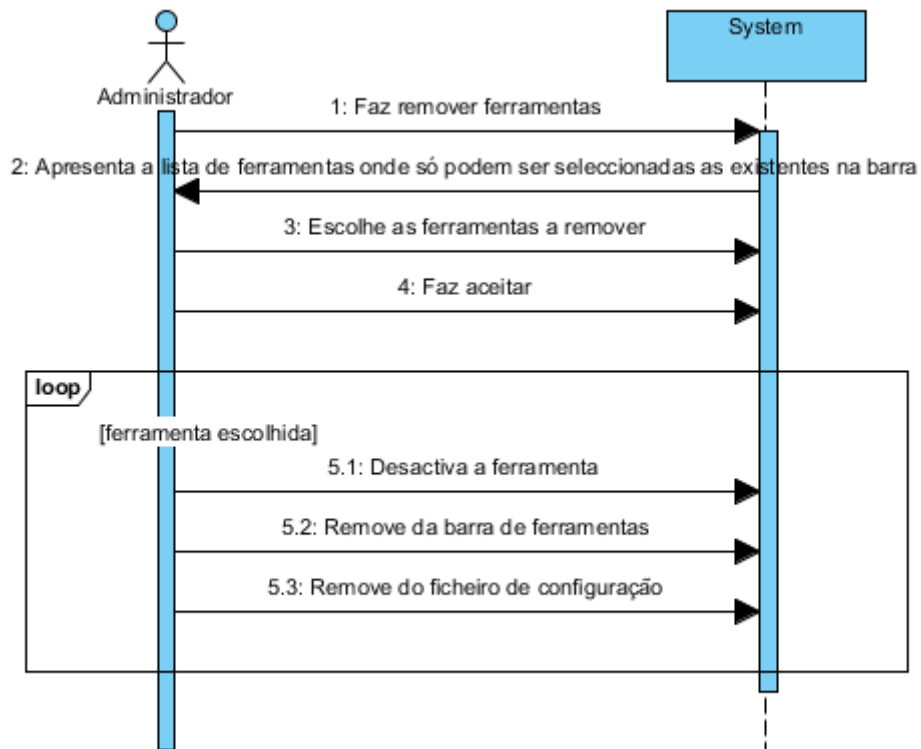
Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Baixo
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Completo

Pré Condições	 Fazer Login Ser o administrador
Pós Condições	As ferramentas seleccionadas serem removidas quer do mapa quer do ficheiro de configuração quer da barra de ferramentas
Pressupostos	A existência de ferramentas adicionadas

### Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência





## Remover Componentes do Mapa

### Descrição


Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir remover quer pastas, quer camadas previamente adicionadas ao mapa
ID	UC10
Justificação	Será necessário remover algum componente do mapa

### Fluxo de Eventos

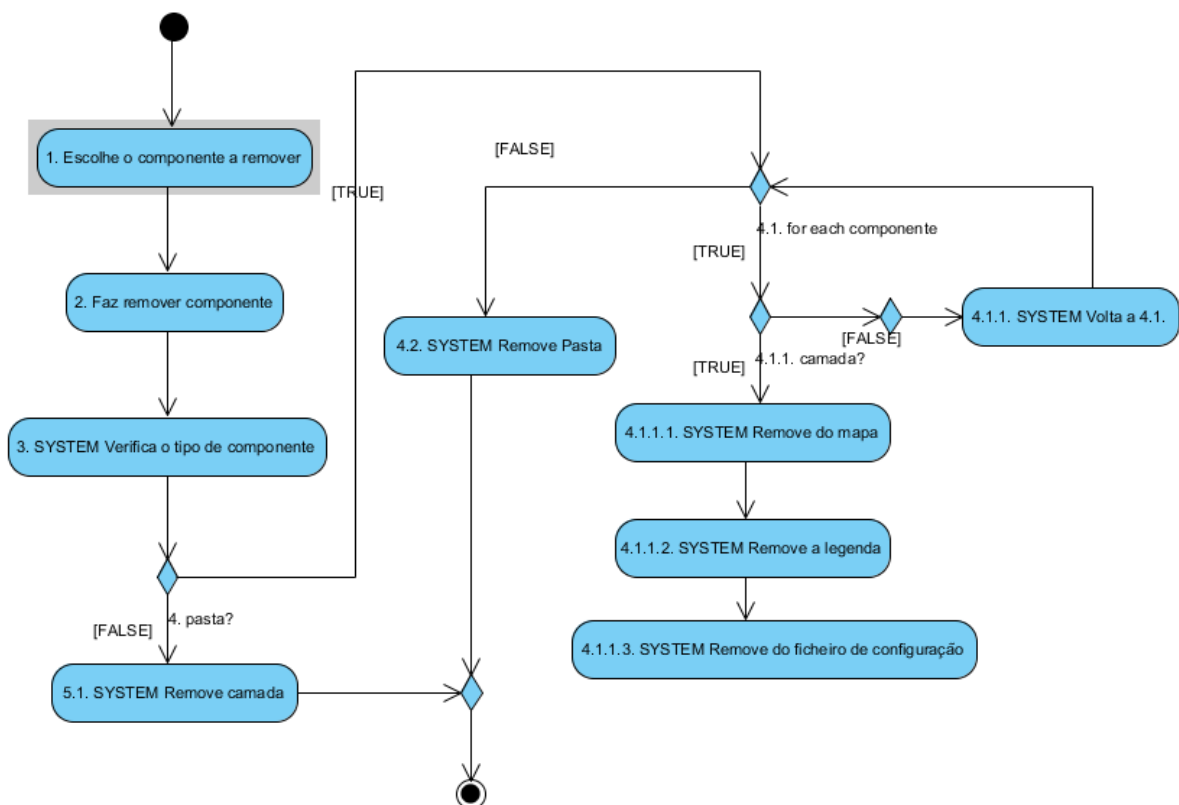
1. Escolhe o componente a remover
2. Faz remover componente
3. <b>SYSTEM</b> Verifica o tipo de componente
4. <b>if</b> pasta
4.1. <b>for each</b> componente
4.1.1. <b>if</b> camada
4.1.1.1. <b>SYSTEM</b> Remove do mapa
4.1.1.2. <b>SYSTEM</b> Remove a legenda
4.1.1.3. <b>SYSTEM</b> Remove do ficheiro de configuração
<b>end if</b>
4.1.2. <b>SYSTEM</b> Volta a 4.1.
<b>end for each</b>
4.2. <b>SYSTEM</b> Remove Pasta
5. <b>else</b>
5.1. <b>SYSTEM</b> Remove camada
<b>end if</b>

### Detalhes

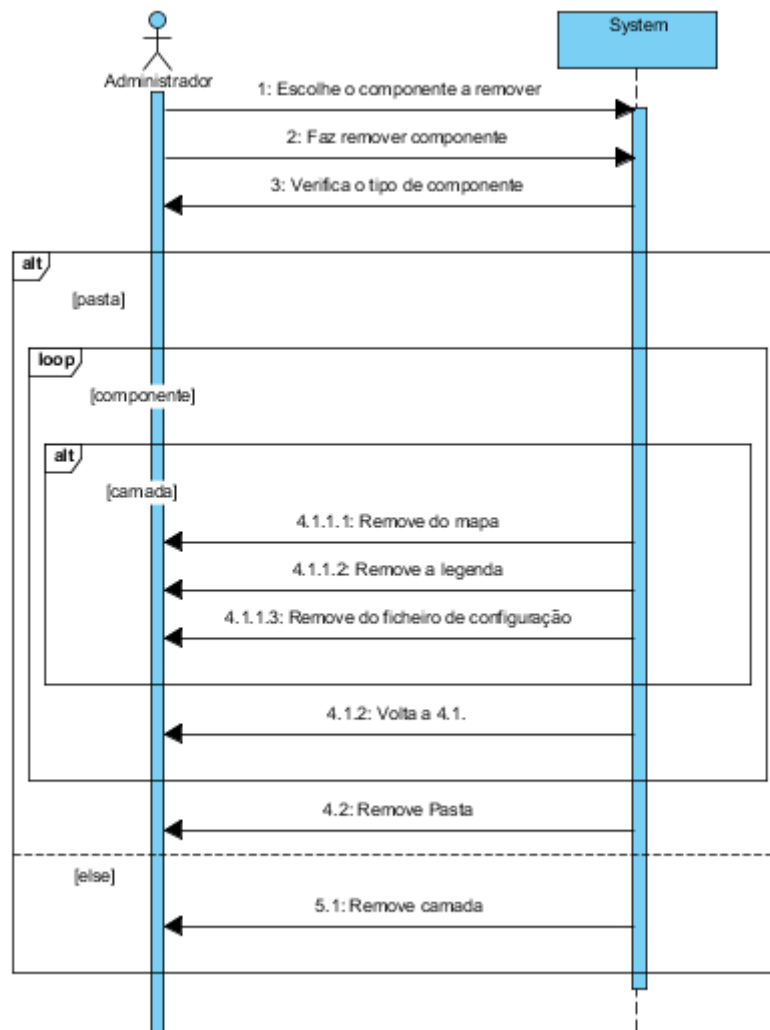
Nome	Valor
Nível	Utilizador

Complexidade	Médio
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Completo
Pré Condições	 Fazer Login Ser o Administrador
Pós Condições	Os componentes seleccionados serem removidos do mapa, do painel de legendas e do ficheiro de configuração
Pressupostos	Existirem componentes no painel de legendas e ou mapa

### Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência





## Gravar Configurador


### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir a gravação do ficheiro de configuração atribuindo a um utilizador registado ou ao próprio administrador para posterior retoma da configuração
ID	UC12
Justificação	A gravação permitirá aos utilizadores acederem às suas configurações

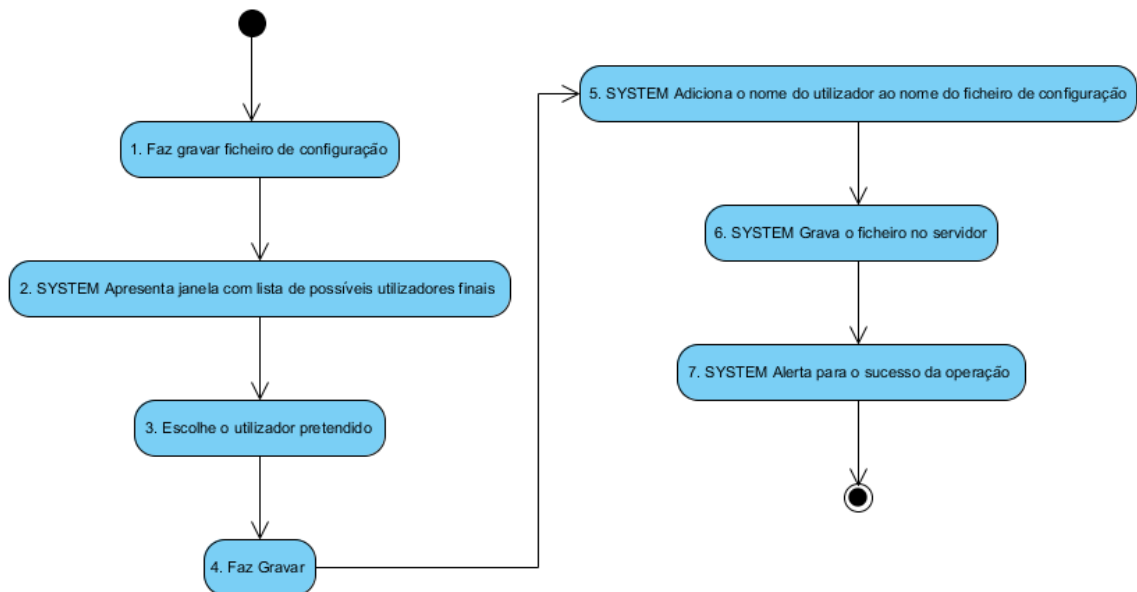
### Fluxo de Eventos

1. Faz gravar ficheiro de configuração
2. <b>SYSTEM</b> Apresenta janela com lista de possíveis utilizadores finais
3. Escolhe o utilizador pretendido
4. Faz Gravar
5. <b>SYSTEM</b> Adiciona o nome do utilizador ao nome do ficheiro de configuração
6. <b>SYSTEM</b> Grava o ficheiro no servidor
7. <b>SYSTEM</b> Alerta para o sucesso da operação

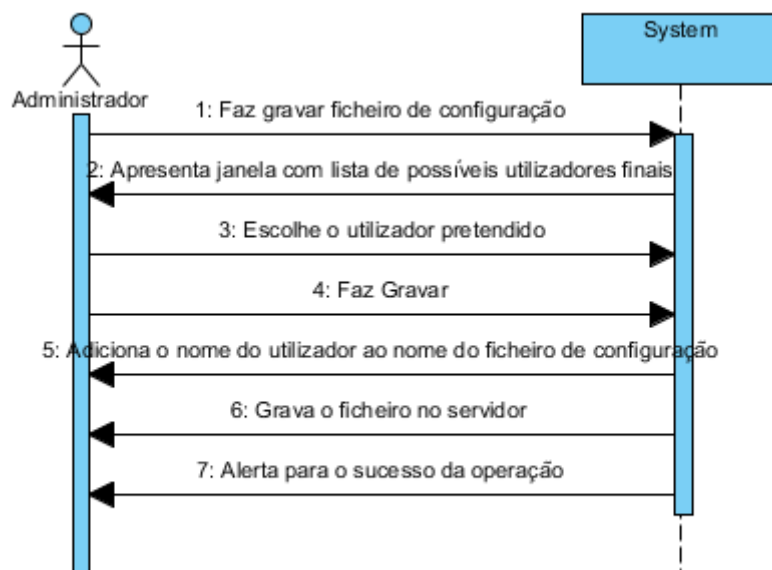
### Detalhes

Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Baixo
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Completo
Pré Condições	 Fazer Login Ser o Administrador
Pós Condições	Ficheiro gravado no servidor
Pressupostos	Existir ficheiro de configuração

## Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência







## Utilizar Ferramentas


### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permite ao utilizador navegar, medir e desenhar características no mapa
ID	UC16
Justificação	Permitir navegar, desenhar, medir, etc. sobre as configurações do mapa

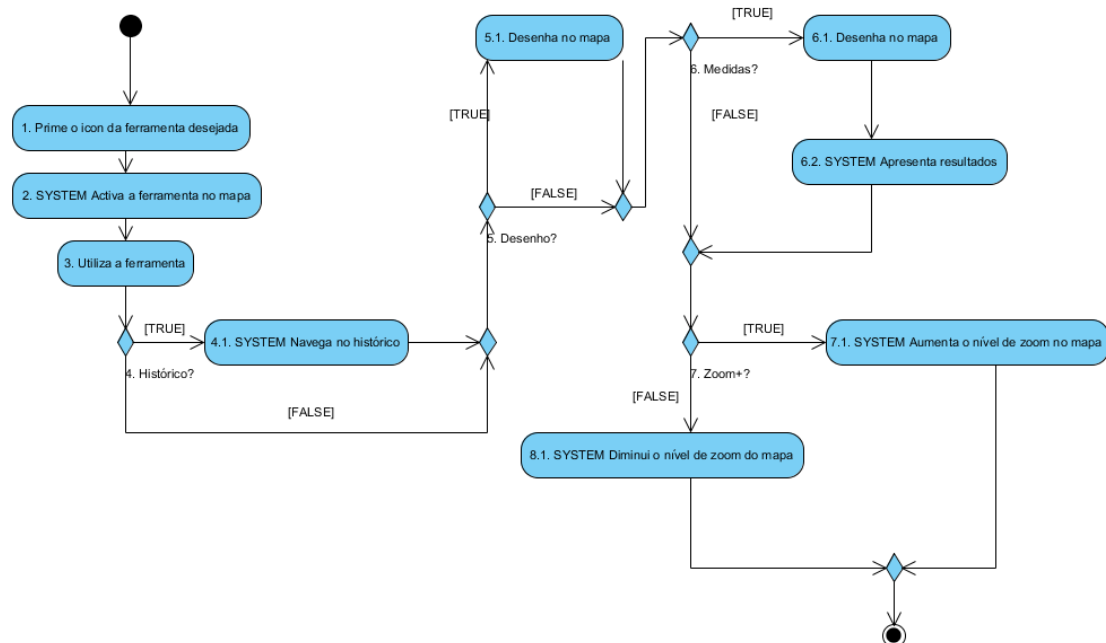
### Fluxo de Eventos

1.Prime o ícone da ferramenta desejada
2. <b>SYSTEM</b> Activa a ferramenta no mapa
3.Utiliza a ferramenta
4. <b>if</b> Histórico
4.1. <b>SYSTEM</b> Navega no histórico
end if
5. <b>if</b> Desenho
5.1.Desenha no mapa
end if
6. <b>if</b> Medidas
6.1.Desenha no mapa
6.2. <b>SYSTEM</b> Apresenta resultados
end if
7. <b>if</b> Zoom+
7.1. <b>SYSTEM</b> Aumenta o nível de zoom no mapa
8. <b>else</b>
8.1. <b>SYSTEM</b> Diminui o nível de zoom do mapa
end if

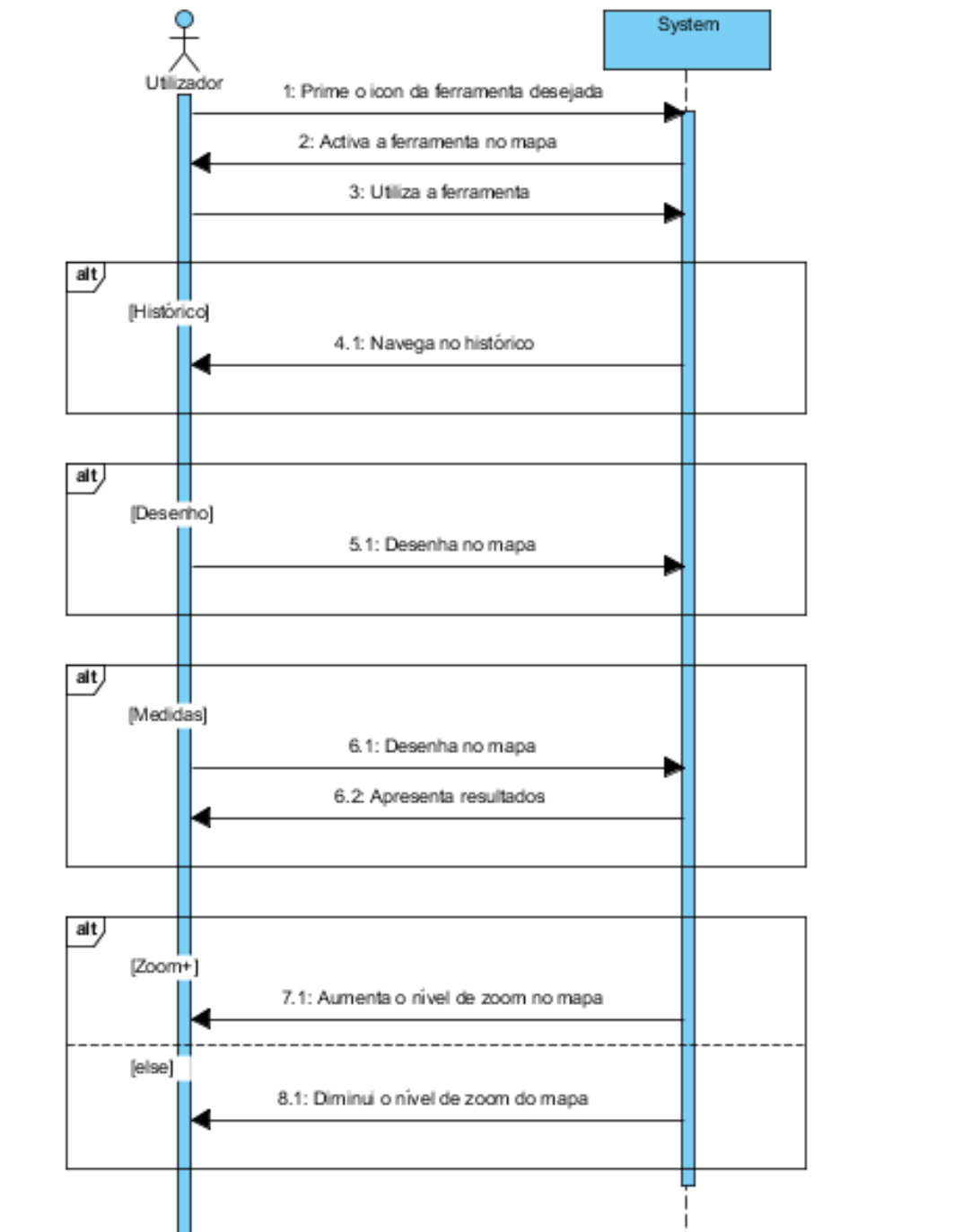
### Detalhes

Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Baixo
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Completo
Pré Condições	 Fazer Login
Pressupostos	Existir ferramentas pré configuradas disponibilizadas pelo administrador A informação do utilizador ter sido carregada correctamente

### Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência





## Fazer Pesquisas

### Descrição


Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir fazer pesquisas alfanuméricas sobre as camadas que o permitam, no mapa
ID	UC14
Justificação	Ter necessidade de conhecer informações de dados relativos a camadas

### Fluxo de Eventos

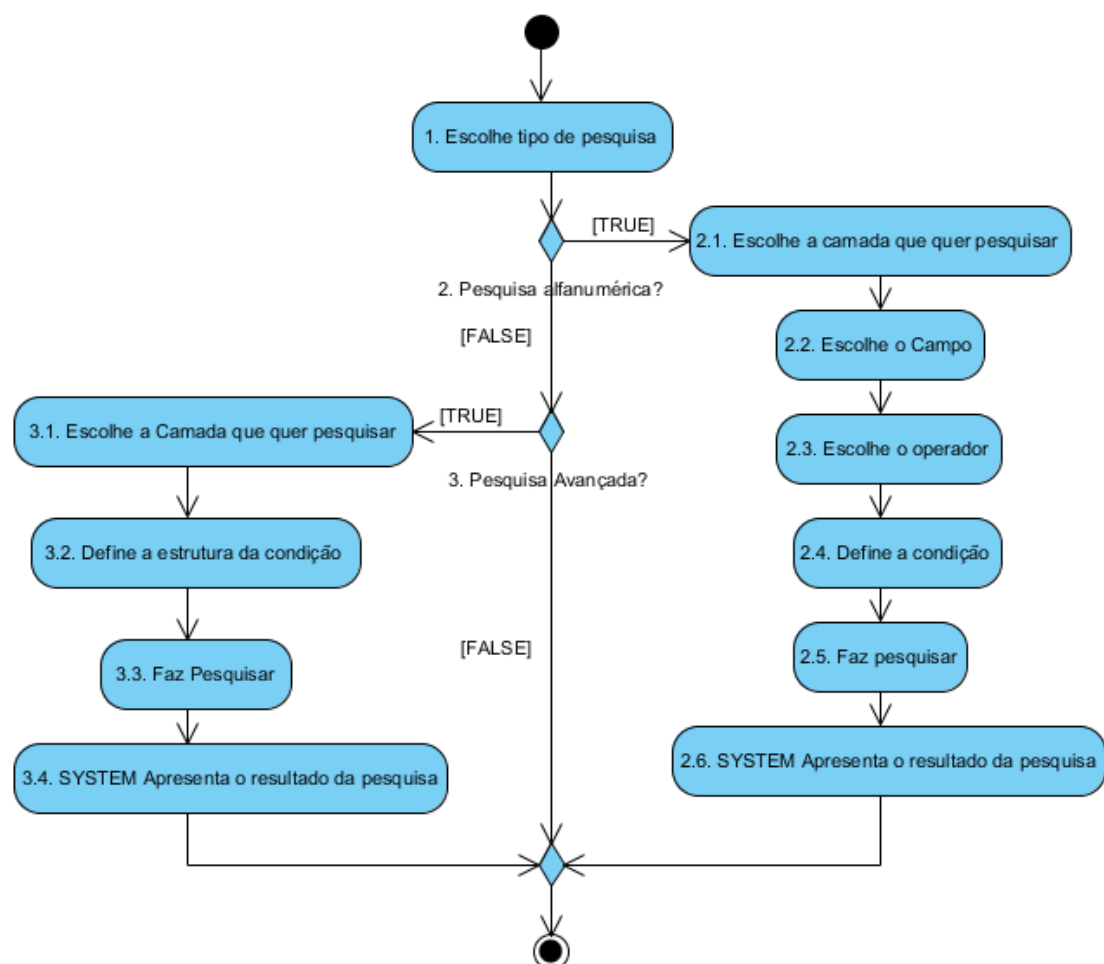
1. Escolhe tipo de pesquisa
2. <b>if</b> Pesquisa alfanumérica
2.1. Escolhe a camada que quer pesquisar
2.2. Escolhe o Campo
2.3. Escolhe o operador
2.4. Define a condição
2.5. Faz pesquisar
2.6. <b>SYSTEM</b> Apresenta o resultado da pesquisa
3. <b>else if</b> Pesquisa Avançada
3.1. Escolhe a Camada que quer pesquisar
3.2. Define a estrutura da condição
3.3. Faz Pesquisar
3.4. <b>SYSTEM</b> Apresenta o resultado da pesquisa
end if

### Detalhes

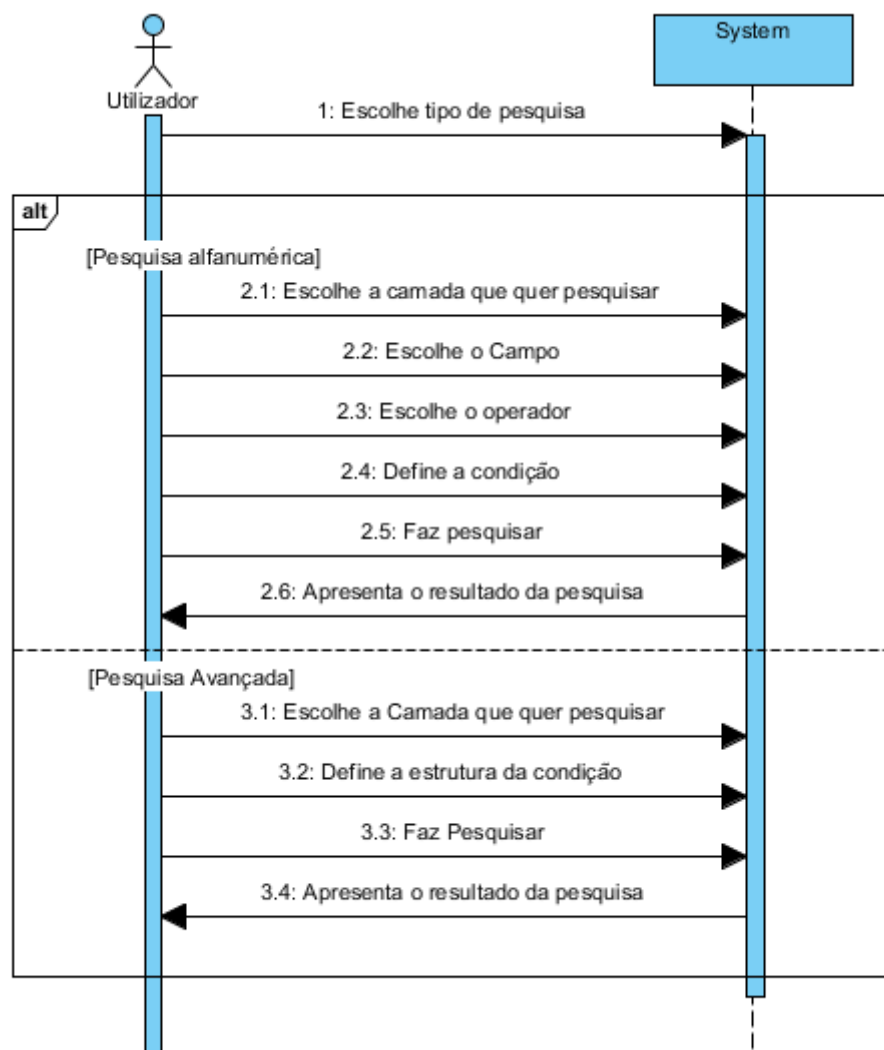
Nome	Valor
Nível	Utilizador

Complexidade	Médio
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Completo
Pré Condições	 Fazer Login
Pós Condições	Ser apresentada a informação desejada sobre a camada pretendida
Pressupostos	Ter sido carregada a informação configurada para o utilizador

### Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência





## Verificar Informações do Mapa


### Descrição

Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permitir visualizar informações sobre as camadas existentes no mapa
ID	UC13
Justificação	O utilizador pode verificar as informações sobre as camadas do mapa

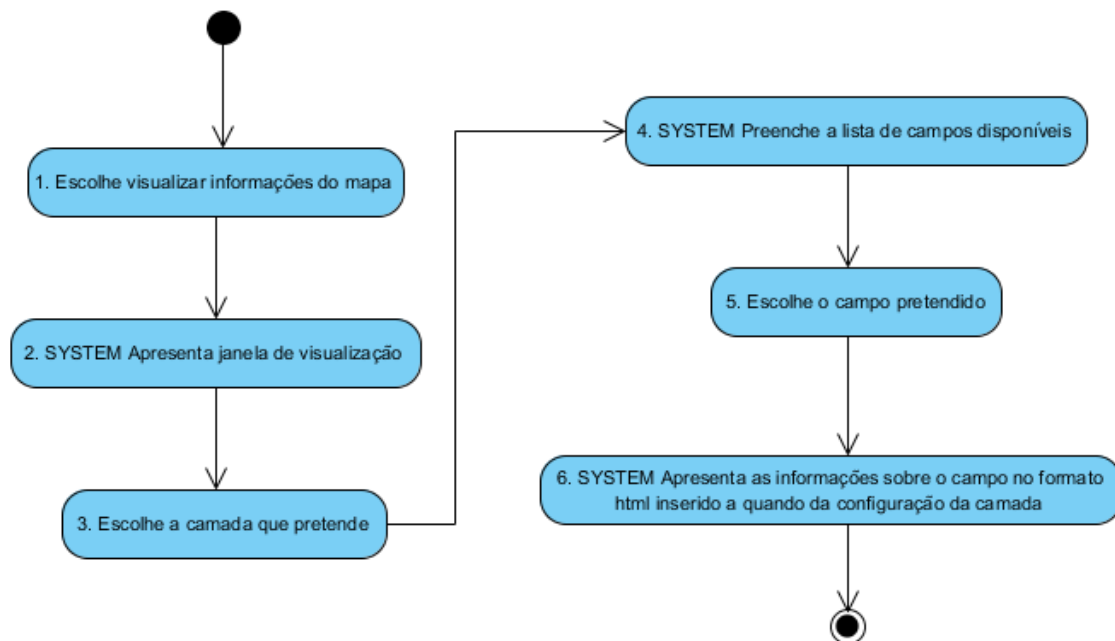
### Fluxo de Eventos

1. Escolhe visualizar informações do mapa
2. <b>SYSTEM</b> Apresenta janela de visualização
3. Escolhe a camada que pretende
4. <b>SYSTEM</b> Preenche a lista de campos disponíveis
5. Escolhe o campo pretendido
6. <b>SYSTEM</b> Apresenta as informações sobre o campo no formato html inserido a quando da configuração da camada

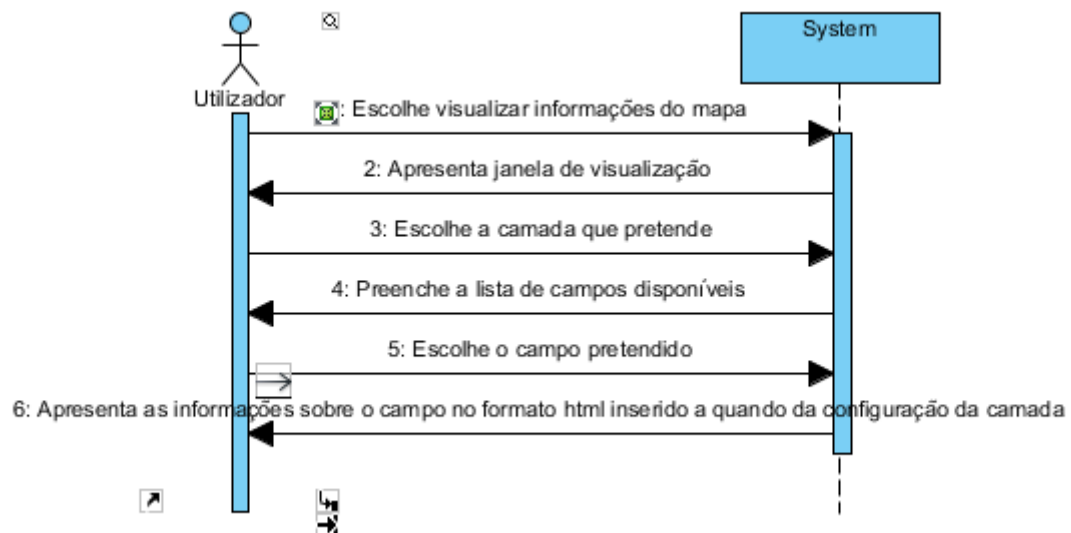
### Detalhes

Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Médio
Situação do Caso Uso	Completo
Situação da implementação	Completo
Precondições	 Fazer Login
Pós-condições	Ser apresentada a informação desejada sobre a camada pretendida
Pressupostos	Ter sido carregada a informação configurada para o utilizador

## Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência







## Alterar Visibilidade/ Opacidade de Layers

### Descrição


Nome	Valor
Estereótipo	Caso de Uso
Documentação	Permite alterar a visibilidade e/ou a opacidade de camadas
ID	UC15
Justificação	O utilizador tem a possibilidade de alterar a visibilidade de determinadas camadas, bem como alterar a opacidade das mesmas

### Fluxo de Eventos

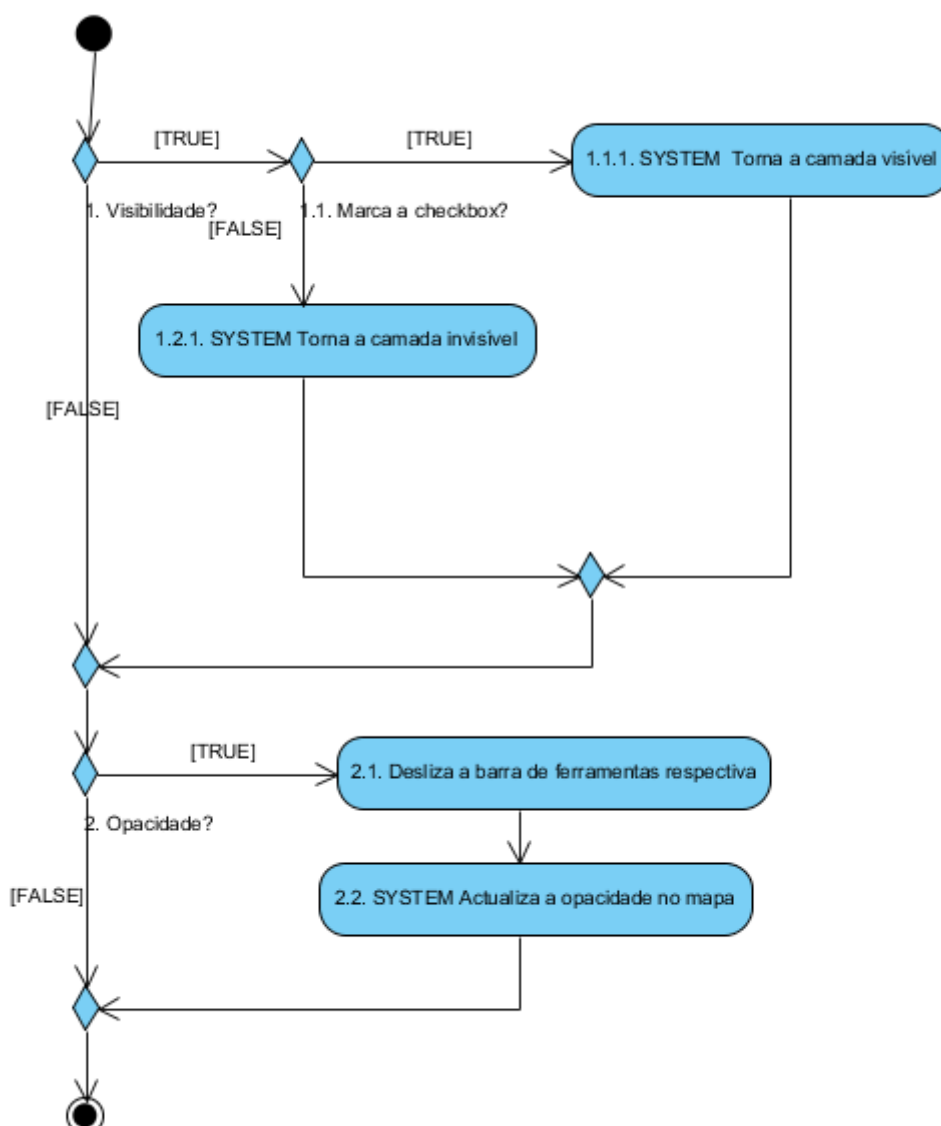
1. <b>if</b> Visibilidade
1.1. <b>if</b> Marca a checkbox
1.1.1. <b>SYSTEM</b> Torna a camada visível
1.2. <b>else</b>
1.2.1. <b>SYSTEM</b> Torna a camada invisível
<b>end if</b>
end if
2. <b>if</b> Opacidade
2.1. Desliza a barra de ferramentas respectiva
2.2. <b>SYSTEM</b> Actualiza a opacidade no mapa
end if

### Detalhes

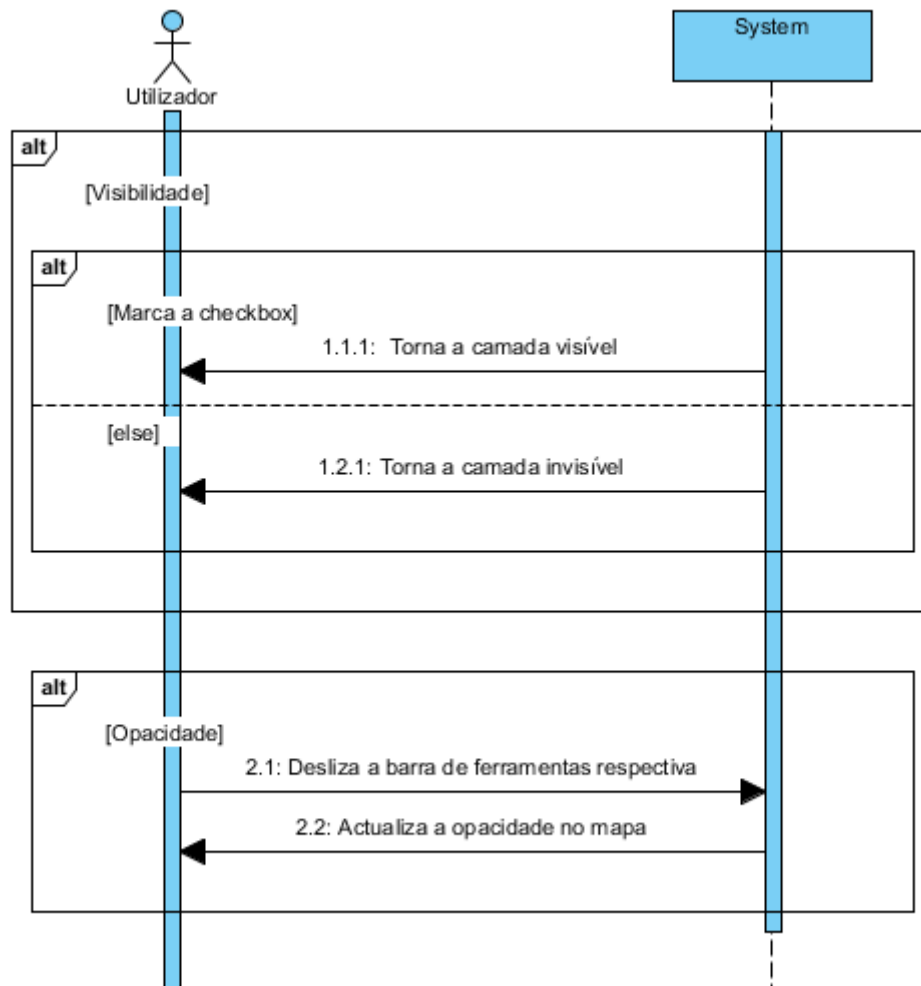
Nome	Valor
Nível	Utilizador
Complexidade	Baixo
Estado do Caso de Uso	Completo
Situação da implementação	Completo

Pré Condições	As camadas terem sido configuradas permitindo estas alterações  Fazer Login
Pós Condições	As camadas ficarem com as alterações feitas pelo utilizador
Pressupostos	Que Existem camadas e que estas permitem modificações de aspecto

### Diagrama de Actividade



## Diagrama de Sequência





## Anexo 2 - Questionário

Este questionário foi elaborado tendo como objectivo inferir a utilização de sistemas de informação geográfica em instituições que, por sua própria natureza, tenham objectivos como a publicação de informação geográfica através da internet. Assim pretende-se tomar conhecimento da forma como são desenvolvidos os sistemas de informação geográficos, por quem são desenvolvidos dentro da organização, e quais as plataformas mais consensuais para a construção destes. Primordialmente, pretende-se tomar conhecimento dos tipos de ferramentas utilizados e no caso a utilização de plataformas de código aberto, quais as principais motivações, quer para a sua utilização, quer para a não utilização de sistemas de código aberto.

As paginas que se seguem apresentam o formato do questionário quando  
acedido através da hiperligação:  
<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dDJSUTU0ZkRxSi1VQUt0SII3ZzlBa2c6MQ>

## Questionário

Caro(a) Sr(a),

Encontro-me actualmente a realizar um projecto para o meu mestrado em Tecnologia e Gestão de Sistemas de Informação na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo centrado no desenvolvimento de ferramentas de apoio à visualização de informação geográfica na Web. Para cumprir o fim a que me proponho necessito de efectuar uma análise da utilização de software na publicação de informação geográfica na Web, pelo que agradeço o preenchimento de um questionário online que ocupará cerca de 10 minutos. As suas respostas ao questionário serão anónimas e confidenciais.

Agradeço a sua colaboração que é fundamental para o desenvolvimento do meu trabalho.

Com os melhores cumprimentos,

**\*Obrigatório**

**1. Instituição em que exerce a actividade profissional: \***

- ☒ Publica
- ☐ Privada
- ☐ Outra

**2. Cargo/função que exerce:**

**3. Qual é a sua faixa etária? \***

- ☐ <20
- ☐ 20 - 30
- ☐ 30 - 40
- ☐ 40 -50
- ☐ 50 -60
- ☐ > 60

**4. Há quantos anos trabalha com sistemas de informação geográfica? \***

- ☐ < 2
- ☐ 2 - 5
- ☐ 5 - 10
- ☐ 10 - 15
- ☐ 15 - 20
- ☐ > 20

**5. Quais das seguintes tecnologias utiliza? \***

- ☐ Produtos ESRI
- ☐ Produtos Intergraph
- ☐ Produtos Autodesk
- ☐ Produtos Open Source
- ☐ Outros

**Indique quais os produtos que utiliza das tecnologias escolhidas.**

(ArcGIS Desktop, ArcGIS Server, ArcGIS Mobile, GeoMedia, WebMap, AutoCAD Map 3d, GeoExt, GeoMoose,

OpenLayers, Quantum GIS,...)

**6. Que tarefas executa ? \***

- ☐ Tratamento de cartografia
- ☐ Gestão de bases de dados
- ☐ Georeferenciação
- ☐ Análise de dados
- ☐ Publicação de dados na Intranet/Internet
- ☐ Outras

Se respondeu "Outras", indique quais?

**7. A sua instituição/empresa disponibiliza informação geográfica através da Internet (geoportais)? \***

- ☐ Sim
- ☐ Não

**8. Quem é responsável pela implementação de geoportais na sua instituição? \***

- ☐ Técnico de informática
- ☐ Técnico na área dos SIG
- ☐ Outro

Se respondeu "Outro", indique quem?

**9. Que tecnologia utilizam para a implementação de geoportais? \***

- ☐ Produtos ESRI
- ☐ Produtos Intergraph
- ☐ Produtos Autodesk
- ☐ Produtos Open Source
- ☐ Outras

Se respondeu "Outras", indique quais?

**10. Quais das seguintes tecnologias SIG open source utilizou/utiliza na sua actividade profissional? \***

- ☐ Quantum GIS
- ☐ GvSIG
- ☐ Jump
- ☐ Geoserver
- ☐ MapServer
- ☐ Degree
- ☐ OpenLayers
- ☐ Google Maps API
- ☐ Bing Maps API, SDK
- ☐ Outras

Se respondeu "Outras", indique quais?

**11.a) Os seguintes factores podem ser considerados vantajosos na utilização de software aberto. Avalie cada um deles de acordo com a sua opinião: \***

	1 - Discordo Completamente	2- Discordo	3 - Nem Concordo Nem Discordo	4 - Concordo	5 . Concordo Completamente	
Flexibilidade (adaptável às necessidades de cada pessoa)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Custo de licenciamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Sem restrições na utilização (licenças livres)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Conformidade com normas/standards internacionais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Facilita Interoperabilidade com outros sistemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Versões para diferentes sistemas operativos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Grande comunidade de utilizadores que permite rápido desenvolvimento e correcção de falhas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**11.b) Indique outros factores que considera vantajosos, na utilização de software aberto**

**12.a) Por outro lado, os seguintes factores podem dificultar a utilização de software aberto. Avalie os seguintes factores de acordo com a sua opinião: \***

	1 - Discordo Completamente	2- Discordo	3 - Nem Discordo, Nem Concordo	4 - Concordo	5 - Concordo Completamente	
Possibilidade de proveniência duvidosa do software	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Risco de desaparecimento/descontinuidade do software	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	



	1 - Discordo Completamente	2 - Discordo	3 - Nem Discordo, Nem Concordo	4 - Concordo	5 - Concordo Completamente
Dificuldade de instalação/configuração do software	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Documentação pobre/difícil de obter/muito técnica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de suporte técnico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software não oferece garantias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incerteza na evolução do software	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldade de utilização do software	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**12.b) Indique outros factores que considere desvantajosos, na utilização de software aberto.**

**13. Já experimentou alguma tecnologia open source para a implementação de geoportais (na actividade profissional ou não)? \***

- ☐ Sim
- ☐ Não

**14. Que tecnologias?**

- ☐ Geoserver
- ☐ Mapserver
- ☐ Degree
- ☐ OpenLayers
- ☐ GeoExt
- ☐ Google Maps API
- ☐ Bing Maps API
- ☐ Outras

**Se respondeu "Outras", indique quais?**

**15. Que factores considera que dificultam a utilização do open source para a implementação de geoportais?**

- ☐ Dificuldade de instalação/configuração do software
- ☐ Necessidade de conhecimentos de programação
- ☐ Falta de documentação/tutoriais
- ☐ Falta de suporte técnico
- ☐ Inexistência de uma interface gráfica para a configuração do portal
- ☐ Aceitação por parte dos responsáveis da informática
- ☐ Outros

Se respondeu "Outros", indique quais?

Enviar

Tecnologia do [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de utilização](#) - [Termos adicionais](#)